

# В мире науки

[www.sci-ru.org](http://www.sci-ru.org)



*Российская Академия Наук*

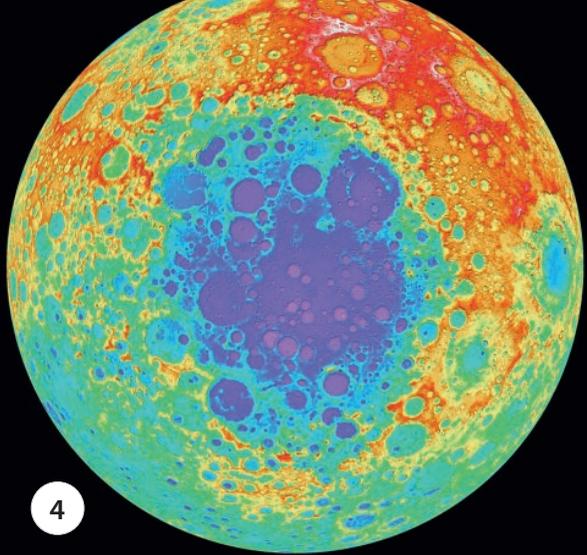
5/6 2022

**ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН**



**ВЫБОРЫ**





# СОДЕРЖАНИЕ

Май/июнь 2022

ОТ РЕДАКЦИИ

**Итоги и надежды**

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН

**Президент РАН Александр Сергеев:  
самые сложные задачи физики  
и научной дипломатии**

*Андрей Ваганов*

Академику **Александр Сергееву**, возглавившему РАН в 2017 г., сегодня приходится противостоять не только внутренним вызовам, но и колоссальному внешнему санкционному давлению на науку нашей страны

**Академик Юрий Балега:  
космическая одиссея**

*Юрий Медведев*

Виновата ли РАН в импортозависимости отечественной экономики? Почему не пошел в серию уникальный медицинский томограф? Почему ситуация с академией напоминает роман «Голова профессора Доуэля»? Объясняет вице-президент РАН **Юрий Балега**

**Академик Алексей Хохлов:  
«Наука в новой России —  
это мой пик Коммунизма»**

26

*Наталья Лескова*

Каково это — быть потомственным академиком? Достигнет ли отечественная наука уровня передовых стран? Может ли ошибаться комиссия по борьбе с лженаукой? Об этом наш разговор с вице-президентом РАН **Алексеем Хохловым**

3

**Академик Владимир Чехонин:  
«Есть такое понятие  
"научная культура"»**

34

*Александр Чуйков*

Вице-президент РАН **Владимир Чехонин** — о реформе здравоохранения, необходимости практического приложения фундаментальных исследований, перспективных направлениях российской медицинской науки и многих других животрепещущих вопросах

18

**Академик Валерий Бондур:  
что болит у Земли**

42

*Наталья Веденеева*

Вице-президент РАН **Валерий Бондур** — о последних достижениях российских ученых в сфере дистанционного зондирования Земли, мониторинга, прогнозирования и минимизации последствий аномальных явлений





80

**Академик Валерий Козлов:**  
**«Математика — очень эмоциональная наука»**

*Наталья Лескова*

Почему математика стоит в стороне от остальных наук? Почему отечественные математические школы — самые сильные в мире? Как нашей стране справиться с навалившимися на нее проблемами? Беседуем об этом с вице-президентом РАН **Валерием Козловым**

52

**Академик Андрей Адрианов:**  
**«Будущее человечества зависит от океана»**

*Наталья Лескова*

В чем важность экспертизы академии наук? Почему в морских исследованиях необходимо международное сотрудничество? Почему Мировой океан изучен меньше, чем ближний космос? Рассказывает вице-президент РАН **Андрей Адрианов**

60

**ИСТОРИЯ НАУКИ**

**Хранилище времени**

*Ольга Беленицкая*

О судьбе и будущем Санкт-Петербургского филиала Архива РАН, где собраны раритеты истории российской науки, рассказывает его директор член-корреспондент РАН **Ирина Тункина**

72



18

**МЕДИЦИНА**

**Биотехнологии: будущее уже наступило 80**

*Александр Бурмистров*

Вице-президент компании «Генериум» профессор **Дмитрий Кудлай** — о развитии и перспективах российской биомедицины

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

**Нейросети: биологический путь к машинному мышлению**

*Александр Бурмистров*

Ученые Курчатовского института развивают методы анализа социальных сетей с помощью нейросетей и методов машинного обучения

88

**АСТРОФИЗИКА**

**Сила Солнца**

*Янина Хужина*

Как Солнце влияет на Землю, возможна ли жизнь на звезде и каковы главные загадки нашего светила? На эти и многие другие вопросы отвечает член-корреспондент РАН **Андрей Медведев**

96

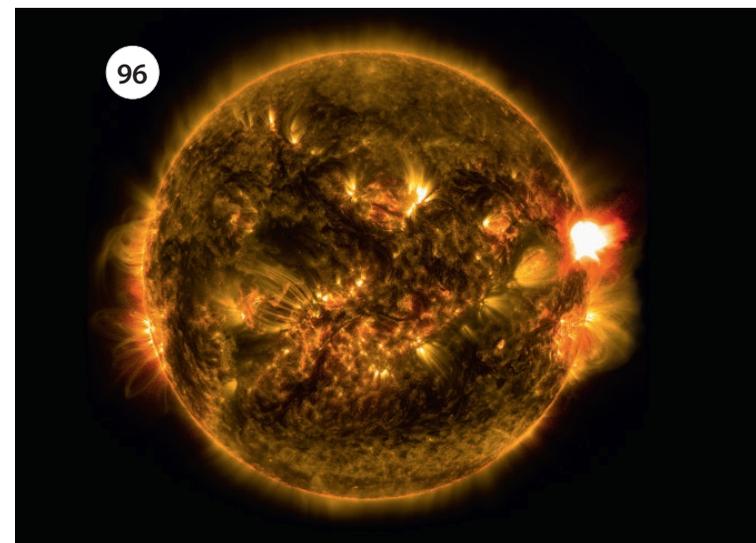
**ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ**

**Аэродинамические монстры железных дорог**

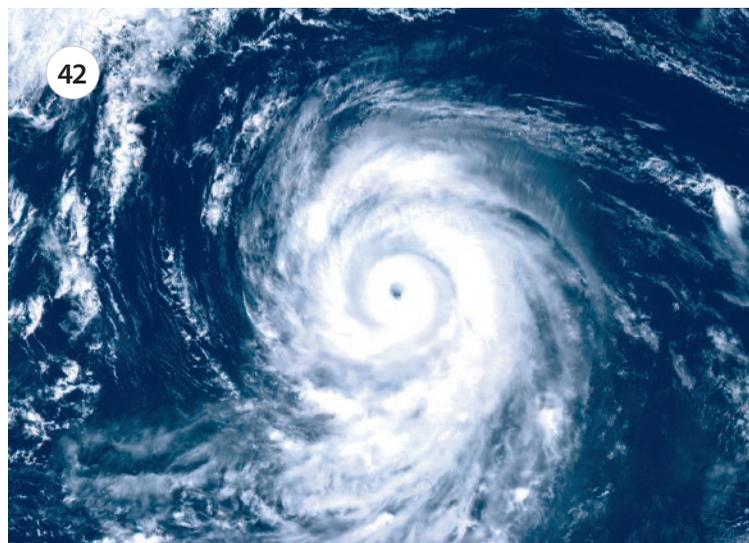
*Андрей Ваганов*

Как видоизменялись в России восприятие и образ такого технического шедевра, как паровоз?

104



96



42

# В мире науки

## Наши партнеры:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



РОСАТОМ



Сибирское отделение РАН

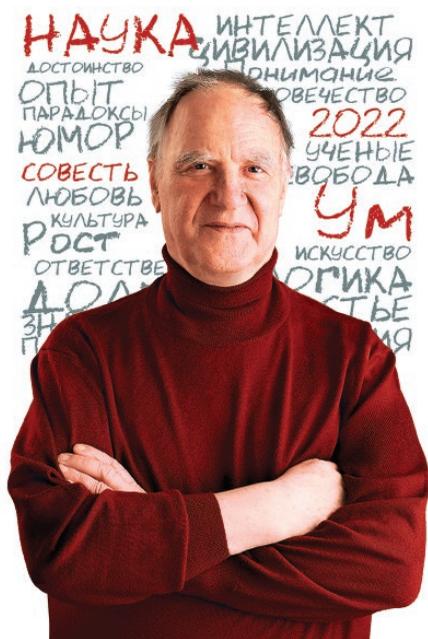


ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



очевидное  
невероятное

Основатель и первый главный редактор  
журнала «В мире науки / Scientific American»  
профессор Сергей Петрович Капица



## Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство  
распространения научных знаний»

## Главный редактор:

В.А. Садовничий

## Главный научный консультант:

президент РАН академик А.М. Сергеев

## Ответственный секретарь:

О.Л. Беленицкая

## Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

## Администратор редакции:

З.Х. Мусина

## Научные консультанты:

академик А.В. Адрианов; академик Ю.Ю. Балега; академик В.Г. Бондур; академик В.В. Козлов;  
д.м.н. Д.А. Кудлай; член-корр. РАН А.В. Медведев; д.ф.-м.н. А.Г. Сбоев;  
член-корр. РАН И.В. Тункина; академик А.Р. Хохлов; академик В.П. Чехонин

## Над номером работали:

А.С. Бурмистров, А.Г. Ваганов, Н.В. Веденева, Н.Л. Лескова, Ю.А. Медведев,  
А.И. Рогачева, Я.Р. Хужина, А.Н. Чуйков

## Дизайнер:

А.Р. Гукасян

## Верстка:

А.Р. Гукасян

## Корректур:

М.А. Янушкевич

## Фотографы:

Е.М. Либрик, А.С. Луфт, Н.Н. Малахин, О.С. Мерзлякова

## Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

И.Ю. Матюгин

## Заместитель директора НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

В.К. Малахина

## Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

## Главный бухгалтер:

Ю.В. Калинин

## Адрес редакции:

Москва, ул. Ленинские горы, 1, к. 46, офис 138;  
тел./факс: 8 (495) 939-42-66; сайт: <https://v-mire-nauki.ru>;  
e-mail: [info@v-mire-nauki.ru](mailto:info@v-mire-nauki.ru)

## Отпечатано:

АО «Можайский полиграфический комбинат», 143200, г. Можайск,  
ул. Мира, 93, [www.ooomprk.ru](http://www.ooomprk.ru), тел.: 8 (4963) 82-06-85

Заказ № 2023/22

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.

Свидетельство ПИ № ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 экземпляров. Цена договорная

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

© Все права защищены. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция  
не всегда разделяет точку зрения авторов и не несет ответственности за содержание рекламных  
материалов. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.



# Итоги и надежды

Специальный выпуск журнала «В мире науки» подготовлен к общему собранию членов Российской академии наук. Основную часть его содержания составляют интервью президента РАН А.М. Сергеева и вице-президентов РАН Ю.Ю. Балеги, А.Р. Хохлова, А.В. Адрианова, В.В. Козлова, В.Г. Бондура и В.П. Чехонина. Авторы материалов — специально приглашенные ведущие научные журналисты страны.

В этих публикациях руководители Российской академии наук подводят итоги своей работы, рассказывают, что удалось и чего не удалось сделать, делятся своими мыслями по поводу сегодняшних проблем.

Авторы материалов представляют своих героев как очень неравнодушных людей, остро переживающих из-за всех тягот, выпавших на долю академии наук, и, конечно, за судьбу российской науки. У каждого из них за плечами своя история — и личная, и научная, но их всех объединяет желание сделать науку в нашей стране лучшей в мире. И, похоже, они знают, как этого добиться. Это подтверждает слаженная и чрезвычайно действенная работа ученых во время пандемии COVID-19, когда в кратчайшие сроки была создана эффективная вакцина, были проведены геномные исследования вируса, разработаны новые препараты. Это подтверждают также вывод на околоземную орбиту лабораторного модуля «Наука», результаты

работы орбитальной астрофизической обсерватории «Спектр-РГ», запуск на Байкале глубоководного нейтринного телескопа *Baikal-GVD*, создание на территории Объединенного института ядерных исследований в Дубне сверхпроводящего коллайдера протонов и тяжелых ионов *NICA* и многое другое.

И сегодня в условиях санкций и угрозы изоляции России руководство академии наук предлагает целый ряд мер по развитию российских науки и технологий, а также по сохранению международных научных контактов.

Главное событие нынешнего общего собрания — выборы новых членов Российской академии наук. В соответствии с академическими традициями выборы будут свободными, конкурентными и демократичными.

Кроме интервью руководителей РАН, в этом номере представлены следующие материалы: «Хранилище времени» — о Санкт-Петербургском филиале Архива РАН; «Сила Солнца» — о главных загадках нашего светила; «Нейросети: биологический путь к машинному мышлению» — об анализе социальных сетей с помощью искусственного интеллекта; «Биотехнологии: будущее уже наступило» — о биотехнологиях, клеточной терапии и геномной инженерии.

И в заключение — премьера новой рубрики «История техники». Статья под названием «Аэродинамические монстры железных дорог» посвящена изобретению паровозов. ■

**Редакция журнала «В мире науки» желает участникам общего собрания Российской академии наук успешной и плодотворной работы, мудрых решений на благо нашей науки и всего общества.**



ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН

Президент РАН

# Александр Сергеев:

самые сложные задачи  
физики и научной  
дипломатии





Президент РАН А.М. Сергеев

**В** новейшей истории России всем трем президентам Российской академии наук выпало руководить крупнейшей в мире научной организацией в экстремальных условиях. Казалось, что более турбулентного периода в истории РАН, чем тот, что выпал на долю Ю.С. Осипова (1991–2013), придумать трудно. Но придумали. В.Е. Фортов (2013–2017) фактически спас академию наук от ликвидации после реформы академической науки, объявленной в 2013 г. Двадцатому президенту РАН, Ю.С. Осипову, было очень тяжело. Но еще тяжелее пришлось двадцать первому — В.Е. Фортву. Однако все это были внутренние вызовы. Двадцать второму президенту РАН, **Александру Михайловичу Сергееву**, возглавившему академию в 2017 г., сегодня приходится противостоять не только внутренним вызовам (и в академии, и в стране), но и колоссальному внешнему санкционному давлению на российскую науку в целом. При этом он категорически настаивает, что остается действующим физиком, исследующим рождение материи из вакуума.

— Александр Михайлович, конечно, очень хотелось бы поговорить с вами только о науке. Но, увы, политическая — и даже геополитическая! — ситуация этому не способствует. Научно-технологический занавес, опустившийся между нашей страной и коллективным Западом, превратился фактически в толстую свинцовую перегородку. В конце марта у вас была встреча с президентом России В.В. Путиным. Наверняка эта тема была одной из главных на ней.

— Действительно, мы обсуждали, что надо делать в сложившейся ситуации. Есть несколько групп вопросов.

Первая — технологический занавес и что в связи с этим должна предпринять наука, академия наук.

Вторая — вопросы дебиюрократизации, или, по-простому, снятия явно избыточных и ненужных ограничений с научных институтов. Эти ограничения и вообще мешают, а в нынешней ситуации они не дают академической науке возможности выполнять функционал, необходимый стране.

Третья группа вопросов связана с международным научно-техническим сотрудничеством. Моя позиция, высказанная президенту, состоит в том, что фундаментальная наука интернациональна по своей сути. Когда я отчитывался, у меня на руках был дайджест о результатах российской и международной науки за 2021 г. И я обратил внимание на то, что топовые результаты делаются международными командами ученых. Это стиль жизни мировой науки. И если мы сейчас входим в сложную эпоху взаимодействия с зарубежными коллегами и организациями, то нам надо изо всех сил пытаться сохранить международные научные связи.

На это В.В. Путин заметил: «Александр Михайлович, да не рассказывайте мне. Я все это прекрасно понимаю. Давайте, предлагайте! Нужно международное научно-техническое сотрудничество. Что надо делать?»

Все равно военная спецоперация закончится, и тогда нам придется восстанавливать нарушенные международные научные связи. А для Запада Российская академия наук — наиболее приемлемый партнер.

— А вам не кажется, что ситуация экзистенциально изменилась? Мы, может быть, и хотели бы восстановить связи, но с нами никто не хочет их восстанавливать, не хочет сотрудничать. Проблема в том, что теперь не мы отказываемся, а нам отказывают.

— Заниматься научной дипломатией, когда все друг друга уважают, любят и приезжают друг к другу в гости, просто. Фактически и заниматься-то ею в таких условиях не надо: ты и так *welcome* везде. Научной дипломатией надо заниматься как раз когда плохо. Когда нет очевидных решений, что делать.

Пройдет какое-то время, надеюсь, недолгое, и во весь рост встанут задачи восстановления нарушенных научных связей. С нашей стороны надо вести себя так, чтобы эти связи окончательно сейчас не порвать. И вставать в позу обиженного по поводу того, что главный редактор какого-то международного научного журнала делает заявление о том, что разрывает с нами все контакты, неправильно. В этом отношении нужно проявить мудрость.

Ведь некоторые из этих редакторов потом звонят и объясняются: «Поймите, мы находимся под мощным политическим давлением. Нас заставляют это делать. Поймите нас правильно». И в этой ситуации нужно быть спокойным, мудрым, терпеливым. И не под-

**Научной дипломатией надо заниматься тогда, когда плохо. Когда нет очевидных решений, что делать. Пройдет какое-то время, и во весь рост встанут задачи восстановления нарушенных научных связей**

даваться на такие сценарии: ты мою статью публиковать не будешь, а я не буду твою.

Еще раз хочу подчеркнуть: все аспекты, важность и тонкости научной дипломатии как раз и проявляются в сложные времена, в которые мы с вами живем.

— Но одно дело — не запрещать российским ученым публиковаться в журналах, входящих в базы *Web of Science* или *Scopus*, и совсем другое — когда крупнейшие научные издательства (*Elsevier*, *Springer/Nature*, *IOP Publishers* и другие) официально объявили, что закрывают российским научным организациям доступ к своим журналам. Такое же ограничение ввели реферативные базы *Web of*

**Science и Scopus. Российские ученые могут потерять доступ более чем к 97% научной информации, сообщил вице-президент РАН А.Р. Хохлов.**

**При этом статьи наших ученых будут по-прежнему принимать к публикации на общих основаниях. Получается своеобразный насос, которые качает (перекачивает) информацию в одну сторону: на Западе будут знать, чем занимаются российские ученые, мы же оказываемся изолированными от основных потоков мировой научной информации.**

— Важно понимать, что это не позиция западных ученых. Это позиция агентств, финансирующих науку, и, к сожалению, ряда академий наук. А они находятся, повторяю, под большим политическим давлением. И руководители этих организаций — действительно фигуры политические.

Я могу привести такой пример. С очень уважаемым коллегой, руководителем академии (не буду говорить, из какой европейской страны), договорились о проведении серьезной телеконференции. Через некото-

**Первая в истории современной России миссия на естественный спутник Земли планируется на 2022 г. («Луна-25»), миссия «Луна-26» должна быть запущена в 2024 г., «Луна-27» — в 2025 г.**

рое время мы получаем его объяснение: к сожалению, он — политическая фигура и в настоящее время такие встречи властями этой страны не приветствуются.

Я думаю, нужно всячески — и через тех ученых, которые хотят с нами общаться, и через академии (академии рассматриваются в значительной своей части как общественные организации), и через страны, которые не хотят прерывать с нами отношений, — по всем этим каналам обязательно работать. Цель — не довести до нуля снижение нашего мирового научного сотрудничества, чтобы остался некий уровень, с которого будет проще потом стартовать.

Еще один пример. В апреле на похороны нашего выдающегося ученого В.Т. Иванова, который 30 лет возглавлял Институт

биоорганической химии, пришел... атташе по науке индийского посольства. Вообще говоря, это хороший знак. Он же тоже согласовывал свое посещение и получил такое разрешение. За подобные знаки, сохраненные связи надо хвататься и двигаться дальше. И на этой неделе у нас уже запланирована встреча с послом Индии на площадке академии наук.

Индия, кстати, может быть вполне интересным научным партнером по ряду направлений: биомедицине, фармакологии, информационным технологиям и, я бы сказал, главное — по космосу.

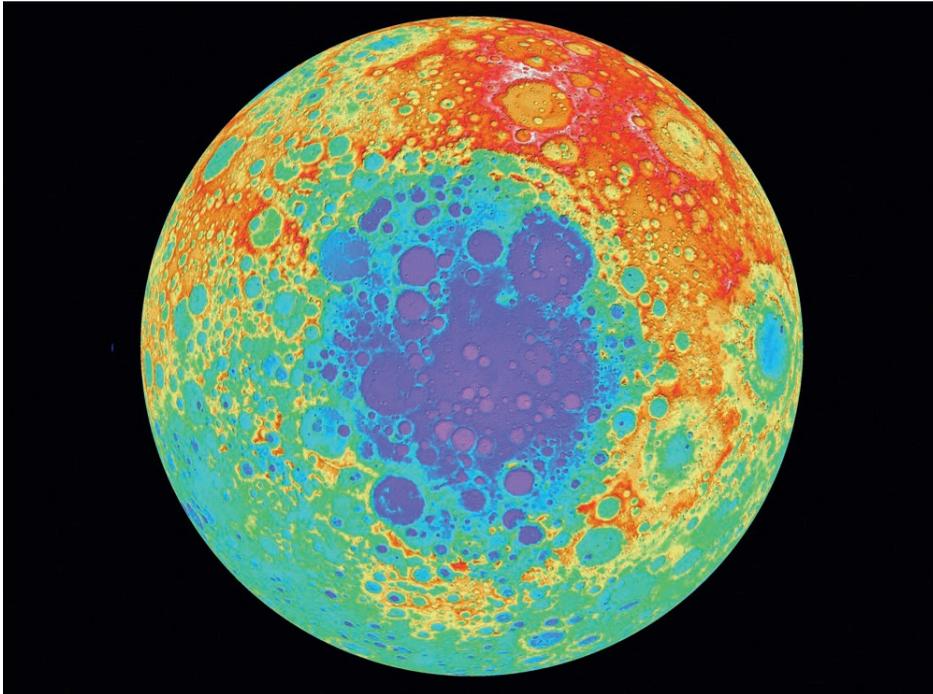
**— Космические исследования, кстати, стали первой жертвой научно-технологических санкций. Уже 26 февраля было объявлено, что власти ФРГ отключат телескоп на построенной совместной с Россией космической обсерватории «Спектр-РГ»...**

— В космических исследованиях действительно сейчас сложилась довольно острая ситуация: обмен колкостями между NASA, Европейским космическим агентством (ЕКА) и «Роскосмосом» привел к тому, что мы, по-видимому, потеряли ряд проектов. Наиболее серьезная потеря, мы считаем, — это проект «ЭкзоМарс». Запуск космического аппарата готовился на нынешнюю осень. «ЭкзоМарс» — это наша совместная программа с ЕКА.

На слуху так называемая лунная гонка. Но она сейчас фактически только начинается. А марсианская гонка — она идет вовсю! На Красную планету и Китай прилетел, и Эмираты, и американцы, и европейцы... Все посылают на Марс свои космические аппараты. Это становится своеобразной демонстрацией технологических возможностей той или иной страны. И мы сейчас вынуждены констатировать, что «ЭкзоМарс», к сожалению, ушел из наших планов. Мы предпринимали попытки через наших коллег в Европейском космическом агентстве спасти проект. Я обращался с личными письмами к влиятельным и авторитетным фигурам в ЕКА. Ответ был таким: мы попытаемся что-то предпринять, но ситуация сейчас очень сложная... На недавней встрече Европейского космического агентства все его члены единогласно приняли решение разорвать любое сотрудничество с нашей страной.

**— А что по поводу предполагаемой экспедиции «Луна-25»?**

— Как вы знаете, 12 апреля президент В.В. Путин четко дал указание о возобновлении российской лунной программы. Первая



**Обратная сторона Луны** интересна своим кратером на южном полюсе — бассейном Южный полюс — Эйткин. Это крупнейший кратер в Солнечной системе. Его диаметр около 2,5 тыс. км.

в истории современной России миссия на естественный спутник Земли планируется на 2022 г. («Луна-25»), миссия «Луна-26» должна быть запущена в 2024 г., «Луна-27» — в 2025 г.

Но по поводу нашей лунной программы у нас много переживаний. Мы, страна, не были на Луне с 1976 г.!

**— Этот перерыв в лунных исследованиях произошел не только у нас. Может быть, Луна просто не интересна в научном отношении?**

— Я бы сказал, что нынешний возобновившийся интерес к Луне возник именно с нашей подачи. Мы стали активно — и на это есть веские основания — говорить, что в полярных районах Луны под ее поверхностью может быть вода в состоянии льда. Это очень важно.

Во-первых, вода — это водород и кислород. Во-вторых, это позволяет оценить, отследить возможность эволюции жизни во Вселенной. То, что прилетает на Землю, из-за планетарной атмосферы и деятельности человеческой цивилизации на поверхности перерабатывается, «стирается». А Луна лишена этих факторов, она все фиксирует. Она как депозитарий того вещества, что все эти 4 млрд лет существования системы «Луна — Земля» прилетало на нашу планету из космоса. Если мы там, на Луне, обнаружим какие-то признаки жизни, признаки биологических молекул, значит все это прилетало и на Землю. И, кстати, в связи с этим

появляется возможность проверить гипотезу панспермии — занесения жизни на Землю из космоса.

**— Но «Луна-25» — это ведь чисто российский проект.**

— Да. И он первый в полярную область Луны, конкретно — на южный полюс нашего естественного спутника. Именно там мы прежде всего ожидаем обнаружить лед.

Кроме того, Луна сейчас рассматривается как источник различных ресурсов. Но для того чтобы их разрабатывать, Луну нужно колонизировать. Без людей сделать это достаточно сложно, по крайней мере пока. А если все-таки люди, то это кислород. Луна интересна тем, что там много солнечной энергии. И если там наличествуют запасы воды, это означает, что мы можем получать из воды водород и кислород. С кислородом все понятно — необходимый компонент для дыхания людей. А водород может использоваться практически во всех химических процессах: это и получение топлива, и синтез материалов, — водород везде участвует.

Выстраивается цепочка: вода в полярной области Луны — оценка запасов этой воды — насколько эту воду можно будет использовать для колонизации. «Луна-25» и будет заниматься этими вопросами. Мы торопимся, поскольку знаем, что миссии, которые намечены и американцами, и японцами, и китайцами, нацелены тоже на полярные области Луны. Это реально гонка за посадку в полярной области.



*Работа, совершаемая при поднятии чашки с чаем, равна приблизительно одному джоулю. Если энергию в один джоуль сконцентрировать на временной интервал в  $10^{-14}$  с, вы получите величину, равную  $10^{14}$  Вт, что по порядку соответствует мощности всех электростанций, которые работают на нашей планете.*

**— На вашей большой пресс-конференции в МИА «Россия сегодня» в этом году у вас проскользнула фраза: «Я занимаюсь созданием вещества и антивещества из вакуума». Это необыкновенно интригует! Если можно, расскажите немного об этом.**

— Я попытаюсь рассказать максимально популярно.

Вроде бы сегодня всем уже понятно, что изучение частиц высоких энергий, строительство ускорителей для их получения — это дальнейшее продвижение в понимании мироздания. Для этого строятся коллайдеры, в которых разогнанные до околосветовых скоростей пучки частиц еще и сталкиваются друг с другом лоб в лоб. И в фокусах столкновения этих пучков рождаются элементарные частицы.

Но кроме физики высоких энергий существует область физики, которая называется физикой сильных полей. Энергия — очень важная физическая характеристика. Однако во многих случаях основную роль играет не она, а другая величина, которая определяется таким образом: энергия в единицу времени — мощность. Когда я беру со стола

чашку с чаем и подношу к своему рту, я совершаю работу приблизительно в один джоуль. Казалось бы, почти ничего, пустяк. Но если эту энергию в один джоуль сконцентрировать на временной интервал в десять фемтосекунд ( $10^{-14}$  с), вы получите один джоуль, деленный на  $10^{-14}$  с. А это  $10^{14}$  Вт, что по порядку величины соответствует мощности всех электростанций, которые работают на нашей планете!

**— Насколько я понимаю, даже этого мало, чтобы родилась элементарная частица — материя! — из вакуума...**

— Именно так. Таким образом, если мы заставляем электромагнитный импульс ( $10^{-14}$  с) сконцентрироваться еще и в маленькую точку в пространстве с характерным размером порядка 1 мкм, то мы получаем величину, которая называется интенсивностью: энергию, деленную на длительность и на площадь пятнышка, на которое мы сконцентрировали эту энергию. То есть, деля энергию на пространство и на время, мы приходим к тому, что создаем очень большие интенсивности и поля даже при ничтожных, но правильно сконцентрированных энергиях, для получения которых

не нужны гигантские ускорители. А добиться такой концентрации энергии в пространстве и времени можно с использованием лазерного излучения.

Таким образом, современные лазерные технологии позволяют создавать в маленьких объемах пространства и времени гигантские значения интенсивности, гигантские значения полей. (Поле в квадрате — это и есть интенсивность.) Как ведут себя в этих условиях вещество и даже вакуум, не знает никто. Это абсолютно чистая страница для исследователей. Но есть теоретические представления, что это такое.

В этих точках в вакууме нет ничего материального, кроме лазерного импульса, в этих точках могут появляться вещество и антивещество. И это один из самых интересных драйвов для современных физиков — увидеть, как из точки вакуума возникают вещество и антивещество.

**— В наших лабораториях мы это уже получили?**

— Пока нет. Сейчас речь идет о том, чтобы по программе развития Национального центра физики и математики в «Большом Сарове» создать лазерную установку гигантской мощности и интенсивности. И это излучение, которое мы там будем получать, будет исследоваться в том числе и во взаимодействии с вакуумом. Проект строительства Центра исследований экстремальных световых полей (*Exawatt Center for Extreme Light Studies, XCELS*) еще в 2011 г. был отобран в ряду шести наиболее значимых проектов создания установок класса мегасайенс в России. Этот суперлазер создается полностью, лишь с небольшими нюансами, на российских технологиях. И сейчас все понимают и приветствуют строительство такого центра в рамках проекта «Большой Саров».

**— Рождение материи из ничего (из вакуума) — это сфера ваших интересов как физика?**

— Да, я занимаюсь конкретно этим. Хотя и не могу сказать, что только этим. Но если говорить о совсем фундаментальных вопросах, когда даже теоретики не могут предположить, что произойдет, я считаю, что это наиболее интересное занятие, по крайней мере в сфере моей компетенции.

**— Итак, вы по-прежнему считаете себя действующим ученым, физиком. А как вам удастся сочетать занятия физикой полей высокой интенсивности с руководством такой непростой организацией, как Российская академия наук?**

— В этом нет никакого противоречия. У нас в академии даже правило такое есть: и я, и все вице-президенты — все мы обязательно занимаемся наукой. Это необходимо, чтобы не потерять связь с действительностью. Ведь утратить контакт с быстро развивающейся наукой очень просто. Если год-другой не анализируешь информацию с переднего фронта, не участвуешь в обсуждениях, не выступаешь с докладами, то у тебя самого появляется закомплексованность, интерес к науке падает, потому что ты чувствуешь — потерял контакт с авангардом исследований в той или иной области.

Именно поэтому в академии наук все вице-президенты в качестве своей второй позиции имеют научное руководство.

**— Я поэтому и спрашиваю: не превращается ли это научное руководство в некую формальность?**

— Конечно нет! Это видно и по участию в конференциях, и в подготовке научных статей, и в приглашениях выступать за рубежом. По крайней мере, до недавнего времени.

**— Вы упомянули Научный центр физики и математики в «Большом Сарове». Почему с ним связаны такие надежды? Уже имеющийся опыт научно-образовательных центров (НОЦ), центров превосходства, университетских консорциумов, в конце концов «Сколкова» — отнюдь не такой позитивный, как предполагалось при их создании.**

— Я, пожалуй, не поддержу вашу реплику насчет НОЦ. Они только-только начали работать. Самые первые функционируют лишь два года. Второй, третий набор... Они даже денег еще не получали. Чего с них спрашивать?

НОЦ интересны тем, что там подключены региональные компоненты. А сейчас главы регионов получают возможность тратить деньги и на федеральные учреждения науки и высшего образования. Я надеюсь, что скоро будет принят соответствующий закон. И академия наук поддерживает эту региональную деятельность. Я много езжу по стране, встречаюсь с главами регионов. И везде — желание развивать науку в своем регионе.

Саров — это другое. Здесь дело, я бы сказал, больше корпоративное, росатомовское, чем региональное. Сейчас, когда мы говорим о паритете с Западом, вперед выходит не военный паритет, который нам обеспечила наша атомная отрасль, а технологический,

на достижение которого очень активно работает «Росатом». А этот паритет, особенно в условиях санкций, — наша большая головная боль.

Надо признать, мы и в прежние годы не очень-то умели превращать полученные наукой знания в технологии. Если говорить откровенно, реально у нас в стране нет единой государственной инновационной политики. Есть отдельные ее элементы. Например, то же «Сколково». Но это отдельная инновационная локальная экосистема. У нас есть Национальная технологическая инициатива. Но все это фрагментировано, разбросано.

Конечно, нам нужна современная государственная инновационная политика. Разрабатывать и реализовать ее не так-то просто. Разные страны по-разному шли к своим инновационным системам. Но суть любой ин-

**В 2021 г. мы поддержали перезагрузку общества «Знание». Одна из его задач — подготовить новое поколение, которое активно, целенаправленно и мотивированно будет работать на науку и технологии**

новационной системы в том, что создается обратная связь: бизнес выводит новые инновационные продукты на рынок, получает прибыль или сверхприбыль и какую-то часть с удовольствием реинвестирует в науку. То есть бизнес, что называется, на своей шкуре должен почувствовать: инновации приносят прибыль.

Если эта система автоматически не работает, мы так и будем ее подталкивать то со стороны государства, то убеждая промышленников что-то внедрить, то пиная ученых: что-то вы плохо работаете, от вас никакой пользы для страны. Такие разговоры мы тоже слышим, и на очень высоком уровне.

**— В продолжение того, что вы сказали. В ваше президентство РАН заключила, если не ошибаюсь, около сотни**

**соглашений и меморандумов о сотрудничестве с крупными корпорациями, государственными структурами, институтами развития. Какова результативность этой работы?**

— Я, честно говоря, не считал, сколько мы заключили соглашений. Но важно то, что в значительной части это соглашения неформальные. Представители структур, которые вы перечислили, сами подтверждают: «Академия наук нам нужна».

В январе 2022 г. генеральный директор ПАО «КАМАЗ» С.А. Когогин приехал в РАН и рассказал, какие задачи сейчас приходится решать автомобилестроителям. «КАМАЗ» вошел в восьмерку ведущих производителей грузовиков в мире. И они на себе почувствовали: для того чтобы идти дальше, надо не просто что-то локально улучшать, необходимо сделать шаг в новое качество. И вот тут они и обращаются к науке. У них несколько таких наукоемких направлений.

Первое — сделать водоробус. Кстати, все электробусы в Москве произведены на «КАМАЗе» и по своему качеству российский электробус — в мировом топе. Но уже очевидно, что автотранспорт на водородных топливных элементах имеет больший запас хода. Водоробусы могут работать практически круглосуточно и проезжать существенно большие расстояния, чем электробусы.

Другое направление — беспилотный автомобиль. Понятно, что беспилотники не скоро дойдут до наших городских улиц. Помимо всего прочего, в этой проблеме очень много правовой регуляторики. А вот, например, для угольных карьеров...

Я был в прошлом году в Кемерове. Зрелище сотен машин, которые ползают по серпантину в открытом разрезе, впечатляет. И вот весь этот цикл — загрузка, перемещение, разгрузка — можно и нужно сделать беспилотным. Там людей вообще не должно быть. Такие программы есть и в других странах. И вот в Кемерове, на таком открытом разрезе, меня пригласили проехать на беспилотном карьерном грузовике «КАМАЗ». И этот грузовик провез меня и инструктора по заданному маршруту. Где надо остановился, развернулся, приехал назад и встал на место. Без всякого вмешательства с нашей стороны. И сейчас ставится задача сделать угольный разрез полностью на беспилотниках.

Еще одна сфера применения беспилотного транспорта — наш северный завоз. Тысячи километров нужно проехать по безлюдной тундре. Почему не беспилотниками?!

То есть у нас существует круг задач, которые мы можем решить нашим грузовым беспилотным транспортом. И руководство «КАМАЗа» за это берется. И сразу же обратилось к нам, к академии, за научной поддержкой.

— **Замечательно, что есть такой спрос на научное сопровождение крупных промышленных проектов. В связи с этим такой вопрос. В конце прошлого года вы назвали главным достижением Года науки и технологий возрождение (реинкарнацию) научно-просветительского общества «Знание». Как сообщалось в СМИ, общество «Знание» получит 18 млрд руб. бюджетного финансирования на три года. Годовое финансирование РАН — около 4,5 млрд. Нет ли у вас ощущения, что телега ставится впереди лошади?**

— Давайте сначала разберемся в деньгах. Упомянутые вами 4,5 млрд финансирования академии наук — это не на научные программы. Академия наук у нас наукой не занимается, вы, наверное, прекрасно об этом знаете.

— **Это следующий мой вопрос...**

— К сожалению, даже не все руководители у нас в стране об этом осведомлены.

Итак, академия наук наукой не занимается. В 2013 г. был принят Федеральный закон № 253. Согласно этому закону, в видах деятельности академии наук собственно науки нет. То есть мы не получаем из Минфина средства на науку, на научные исследования. Мы получаем средства на госзадание, а в это госзадание входят экспертиза, деятельность в области популяризации науки, международная деятельность. В эти 4 млрд входят и стипендии академикам и членам-корреспондентам.

Если говорить о науке, то это, конечно, деньги Министерства науки и высшего образования, которое финансирует все научные программы. Мы по ряду программ очень тесно работаем с министерством, выступаем как экспертный орган. Это то, что называется научно-методическим руководством.

Поэтому я далек от того, чтобы сравнивать финансирование академии наук и общества «Знание». Это совершенно разные вещи. Но почему мы — и я в том числе — считаем, что это один из главных результатов Года науки и технологий? У нашего общества «Знание» очень богатая история. И она в значительной степени была связана с историей Академии наук СССР.

— **Первым председателем общества был президент академии наук С.И. Вавилов...**



**С.И. Вавилов (1891–1951)** — советский физик, основатель научной школы физической оптики в СССР, президент АН СССР (1945–1951), общественный деятель и популяризатор науки, первый председатель правления Всесоюзного общества «Знание» (1947–1951)

— Тот золотой век советской науки был золотым веком и для АН СССР, и для общества «Знание». И, борясь сейчас за возвращение этих времен, — я думаю, что они возвратятся, наука и технологии станут главной заботой руководства страны, — мы увидели в популяризационной деятельности серьезный компонент. И мы действительно поддержали перезагрузку общества «Знание» в 2021 г.

Я не хочу сейчас обсуждать новые формы популяризации. Я не педагог и не психолог. Но я понимаю, что новые формы популяризации науки требуют больших денег. Даже преподавание в средней школе — полагаю, что и в начальной тоже, — основ математики и физики требует совсем другой подачи материала. Наши дети, хорошо это или плохо — другой вопрос, в значительной степени привыкли получать визуальную информацию в форматах, которых не было раньше.

Проецируя все это на общество «Знание», могу сказать, что там собрались профессионалы, которые, по-видимому, понимают новые форматы донесения знаний до общества. Более того, я сам сейчас становлюсь одним из героев общества «Знание»: меня пригласили на открытие нового цикла, называющегося «Родительский чат». Это новый проект, который посвящен общению, прежде всего с родителями. Цель — организовать связь в цепочке «родители — школа — улица». А «улица» сейчас — это интернет. Задача — воспитать активную творческую личность. Шанс продвижения вперед и закрепления в статусе научно-технологической державы зависит от того, насколько мы сумеем раскрепостить креативность и активность детей и общества.

У нас заведомо будут небольшие инвестиции в сравнении с теми странами, за которыми мы хотим угнаться. И мы, как всегда,

должны будем компенсировать это нашими мозгами. Что мы, собственно, и делали в советское время. Денег у нас было меньше, чем в тех же Соединенных Штатах, но паритет мы выдерживали во всех критических направлениях. А для этого должно прийти новое поколение, которое активно, целенаправленно и мотивированно будет работать на науку и технологии. Одна из задач общества «Знание» — подготовить такое поколение.

— **Действительно, у общества «Знание» богатая и уникальная история. Но в то время, после Великой Отечественной войны, когда этим начинал заниматься С.И. Вавилов, усиленно финансировалось не только общество «Знание», а наука вообще и Академия наук СССР в частности. И будет замечательно, если сегодня с помощью общества «Знание» нам удастся компенсировать недостаточность финансирования. Но вот я читаю в интервью газете «По-**

## **Академии наук должны быть даны юридические полномочия работать с академическими институтами, осуществляя не только научно-методическое, но и научное руководство**

**иск» высказывание заместителя президента РАН, вашего коллеги В.В. Иванова: «Прежде всего, необходимо наделить академию правом вести научную деятельность»... И никакое общество «Знание» в этом вопросе академии наук не поможет.**

**Вам не кажется, что это какой-то оксюморон: академия наук просит (борется!), чтобы ей разрешили заниматься наукой?**

— Кажется, конечно! Да, это так и есть с 2013 г. Точнее, с 2014 г., когда был принят новый устав академии наук. Но я не хочу снимать с академии наук ответственность за настоящее положение дел. Ведь это академия приняла тот устав, по которому мы живем. Устав, в котором нет пункта «научная работа» в основных видах деятельности. И, заметьте, за этот устав голосовали практически единогласно. Против, если я не ошибаюсь, было 10–12 голосов. Я был среди этого небольшого числа людей. А все остальные проголосовали за...

А теперь в ответ на наши претензии нам говорят: вы же сами этот устав приняли, академики! Кстати, сегодня этот аргумент и позволяет критиковать академию наук с разных сторон. Например, в Госдуме. При этом не академию критикуют, а ученых: мол, где ваши результаты? Но ведь именно Госдума в 2013 г. приняла закон, который лишил академию наук ее исследовательских организаций и функции заниматься «научной деятельностью»! Какой закон приняли, такие результаты и получили.

Должно было пройти время, которое показало, что эта реформа была неудачной. И, основываясь на том факте, что в результате этой реформы 2013 г. мы не получили всплеска развития нашей науки, надо признать, что не все было сделано правильно. Почему Российская академия наук — просто ФГБУ, федеральное государственное бюджетное учреждение? В названии даже буквы «н» — «научное» — нет. Вот с этого надо начинать!

Сейчас приходит понимание, что ситуацию надо исправлять. Были многочисленные наши обращения, в том числе и к президенту страны. Надеюсь, процесс идет. Мы считаем, что оптимальный вариант был бы такой: академия наук становится вместе с Министерством науки и высшего образования РФ соучредителем академических институтов в отношении выполнения государственного научного задания.

Мы не говорим о том, чтобы одномоментно вернуть под эгиду РАН академические институты. Дело не в этом. Мы за эволюционное развитие. Но академии наук должны быть даны нормальные юридические полномочия работать с академическими институтами, осуществляя научное руководство ими. Подчеркиваю — научное, а не только научно-методическое.

— **А что подразумевает «научное руководство»?**

— Академия наук должна отвечать за программу развития, за программу научных исследований, за научные результаты. И не просто так: провели экспертизу программы научных исследований, (пойдет — не пойдет)... Академия наук должна будет нести ответственность за правильность, эффективность, адекватность полученных научных результатов.

— **Все 1990-е и 2000-е гг. академики постоянно призывали законодательно придать РАН «статус главного экспертного центра страны, ответственного за научную обоснованность государственной**

экономической, социальной, научно-технической политики». И вот свершилось: в 2019 г. РАН надо было провести 17 тыс. экспертиз (sic!). При этом вы сами отмечали на общем собрании РАН в мае 2021 г., что крупные проекты не поступают на экспертизу в академию наук. Многие представители академии выступали, например, против введения системы ЕГЭ. Академия предупреждала о негативных последствиях реформирования научной аспирантуры в третью ступень высшего образования. А разве прислушались к мнению РАН при объединении научных фондов: сначала Российского гуманитарного научного фонда с Российским фондом фундаментальных исследований, а затем и «объединенного» РФФИ с Российским научным фондом? Я уж не говорю о решении задач, имеющих геополитическое измерение.

— Когда мы спорим по этому вопросу с оппонентами, нам говорят: а где это записано, что академия наук — высший экспертный орган страны?

— В уставе РАН, утвержденном правительством, есть запись о том, что академия ведет экспертную работу: «Предметом деятельности академии является обеспечение <...> экспертного научного обеспечения деятельности органов государственной власти и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования».

— Но не «высший экспертный орган». Такая формулировка: «высший экспертный орган» — это желание иметь функционал надведомственной экспертизы. Для того чтобы осуществлять научно-техническую экспертизу стратегий, программ развития различных министерств и ведомств, федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ), вы должны иметь правовой статус, который позволяет вам это делать. Если же вы просто ФГБУ — «вас там не стояло». То есть юридический статус должен быть такой, который позволял бы академии наук претендовать на эту экспертизу.

Конечно, лучше всего надведомственный статус. И это касается не только федеральных, но и крупных региональных проектов.

— Кстати, как раз накануне нашего интервью было подписано распоряжение Минобрнауки о том, что темы научных исследований в регионах теперь будут согласовываться губернаторами.

— Но это касается только научно-образовательных центров (НОЦ) мирового уровня.

— А в регионах, по большому счету, кроме как в НОЦ, науки и нет.

— Я слышу эту критику. Но я бы все-таки поддержал это решение Миннауки. Губернаторов надо как-то подтягивать к развитию науки в регионах. Если губернатор увидит, что, поддерживая науку, он привлекает в регион больше средств, тогда обратная связь заработает.

— Но речь, насколько я понимаю, идет не просто о том, чтобы стимулировать поддержку науки из средств региональных бюджетов, а о том, что глава региона определяет для НОЦ направления научных исследований.

— А что же плохого в том, если губернатор будет знать, какой фундаментальной наукой занимаются федеральные организации в регионе?

**Губернаторов надо как-то подтягивать к развитию науки в регионах. Если губернатор увидит, что, поддерживая науку, он привлекает в регион больше средств, тогда обратная связь заработает**

— Вообще-то нечто похожее мы уже проходили в 1930-е гг.

— Давайте скажем так: пусть это будет такой хитрый маневр федеральных властей. Сейчас принимается закон о том, что губернаторы могут тратить региональные средства на поддержание федеральных учреждений науки и образования. (В конце апреля были приняты поправки в законы о науке и об образовании, согласно которым региональные правительства получили право финансировать научные исследования, образовательные программы, программы развития, а также инфраструктуру институтов и вузов федерального подчинения, расположенных на территории соответствующих регионов. — А.В.) И для того чтобы они действительно поняли, на что тратятся эти средства, давайте их обяжем посмотреть, что происходит в НОЦ. Может быть,

они почувствуют к этому вкус, найдут интересную тематику и подумают: «Дай-ка я еще им подброшу из регионального бюджета».

Немного возвращаясь назад к экспертному функционалу РАН. То, что ФОИВ самодостаточно в плане экспертизы, — это факт. У них есть свои экспертные советы, подведомственные организации. У них есть деньги! Но надо понять, что академия наук за свое экспертное обслуживание денег не получает. У нас экспертиза — в государственном задании. Мы обязаны ее делать. Она «зашита» в тех 4 млрд руб., о которых мы с вами говорили выше.

Надо, чтобы все поняли: экспертиза академии наук — это дополнительный бонус для предлагаемых проектов. Немного утрируя, можно сказать, что экспертиза должна быть отрицательной. Она должна выявить те моменты, которые недоучли, недопоняли разработчики программ и проектов. И дальнейшая работа над тем, чтобы

**Наверное, нам надо честно  
признаться, что и уровень  
ученых, которые выбирались  
в АН СССР, был очень высоким,  
и существовала высокая  
конкуренция на выборах.  
В итоге мы имели академию  
высочайшего калибра**

эти моменты стали положительными, — это всем в плюс. Тем же федеральным органам исполнительной власти. Мы им поможем, подскажем, что в современных условиях этой проблемой надо заниматься вот так; или здесь должна быть такая-то кооперация — может быть, с организациями из других министерств.

Считаю, надо работать над тем, чтобы появлялись такие обратные связи. Чтобы стало понятно, что от совместной работы с академией наук — только польза. Но для этого у академии и статус должен быть таким, чтобы он стимулировал обращения к ней.

**— Неужели за девять лет после реформы 2013 г. академики разучились это делать?**

— Когда в вашем функционале руководство научными институтами, вы постоянно находитесь в научно-организационном поле действия этой науки. Сейчас институты отделены от академии наук и работают по заданиям, которые сами планируют. Изменились коллективы, администрации исследовательских институтов, многие директора — не члены РАН. Надо заново выстраивать отношения через получение функционала научного руководства институтами. Ученые советы институтов должны тесно работать с Российской академией наук. Мы предлагаем создать академические советы при каждом институте. Ведь раньше было как: отделение РАН отвечало за конкретные институты. А сейчас отделения академии наук ни за что не отвечают. Это положение необходимо менять, чтобы научные отделения РАН отвечали за развитие своей предметной области.

Вы спрашиваете: сохранился ли этот потенциал? В современных условиях это должны быть и другие отношения, и другая работа. Так что и самой академии в этом отношении предстоит сложная, тяжелая работа. Прямо могу сказать, что кое у кого в РАН были и сейчас есть настроения, которые можно назвать «итальянской забастовкой»: вы лишили нас всякого функционала, вот мы и сидим, ждем, когда вы наконец убедитесь, что сделали плохо. Есть и такая психология.

**— А не с этим ли связано ваше высказывание: «Мы каждые выборы сокращаем численность РАН»? Это делается намеренно, за этим стоит какой-то расчет, прогноз развития науки? Или это просто результат стечения обстоятельств «непреодолимой силой»?**

— Меня часто спрашивают об этом. Я, конечно, пытаюсь сослаться на точную статистику. У нас сейчас и количество докторов наук уменьшилось, и десятки тысяч выдающихся наших ученых уехали из страны... А это как раз была та среда, из которой и пополнялась в значительной степени Российская академия наук. Но я не умею отвечать на вопрос, почему в СССР академия наук была в два раза меньше, а роль ее и в обществе, и во власти была гораздо больше.

Наверное, нам надо честно признаться, что и уровень ученых, которые выбирались в АН СССР, был очень высоким, и существовала высокая конкуренция на выборах в академию. В итоге мы имели академию высочайшего калибра.

Когда мы говорим о нынешней ситуации, то, например, на выборах в 2016 г. и общество,

и СМИ выдвигали абсолютно обоснованные претензии по качеству участвовавших в них претендентов. Причем власть не давила на академию. Мы сами выбрали.

Как мы можем с этим бороться? Увеличить конкурс на академических выборах, усиливать конкуренцию. Как это сделать? Уменьшая количество вакансий по некоторым отделениям и расширяя рамки специальностей. Есть, конечно, ситуации, когда мы отчетливо понимаем, что вакансия объявлена по достаточно узкой специальности. Но это, так сказать, веление времени. Скажем, искусственный интеллект, кибербезопасность, вакцины...

Я честно предупреждал своих коллег, что на этот раз вся информация о претендентах будет представлена в интернете в свободном доступе. И будет видно, где есть конкурс, а где его нет. Мы можем подвергнуться в ряде случаев критике. Но мы хотим ей подвергнуться: пускай общество тоже голосует. Очень будем признательны, если будет критика, и, может быть, на какие-то отдельные кандидатуры мы сможем посмотреть сквозь призму этой критики.

**— Ваш предшественник на посту президента РАН В.Е. Фортов сохранил Российскую академию наук после реформы академической науки 2013 г. Он так и войдет в историю. По крайней мере, в историю науки. Что бы могли вы поставить себе в заслугу за пять лет президентства?**

— Я не хочу говорить про заслугу. Это не мне решать. Владимир Евгеньевич, светлая ему память, был действительно борцом за то, чтобы академию наук окончательно не уничтожили. Он принял главный удар, и без него могло быть хуже. Он занимал, если можно так сказать, оборонительные позиции. И он очень успешно держал оборону.

Теперь наша задача заключается в том, чтобы постепенно возвращать академии наук тот функционал, который она должна выполнять. Две тысячи членов академии и полсотни профессоров РАН — это интеллект страны. И у этого интеллекта должно быть правильное приложение. Наша задача заключается в том, чтобы и власть, и общество поняли в конце концов, что этот интеллект у нас пока используется не по-хозяйски. Об этом идет речь.

Но другой вопрос — о том, что академия наук должна еще поработать, чтобы научиться реализовывать этот функционал. ■

**Беседовал Андрей Ваганов**



## А.Г. Ваганов

**Андрей Геннадьевич Ваганов** — российский научный журналист и писатель. Окончил Московский энергетический институт, специальность «инженер-теплофизик». Работал в исследовательском отделе Специального конструкторско-технологического бюро по электрохимии. С 1993 г. основная сфера деятельности — история и популяризация науки. Ответственный редактор приложения «НГ-наука» «Независимой газеты» (Москва).

Статьи печатались в журналах «Электрохимия», «Российский химический журнал», «Вопросы истории естествознания и техники», «Химия и жизнь», «Знание — сила», «Наука и жизнь». Автор книг «Дети Парацельса» (2011), «Наука — это то, чего не может быть. Сборник интервью ученых» (2016), «Исаак Ньютон и русская наука. Книжная мозаика трех столетий» (2019), «Спираль жанра: от "народной науки" до развлекательного бизнеса» (2021).

Лауреат Литературной премии им. А.П. Беляева в номинации «За критику в области научно-художественной литературы» (2013); финалист конкурса *European Science Writer of the Year 2017*, победитель в номинации *Russian Science Writer of the Year*.

Академик

# Юрий Балега:

## КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ

Виновата ли Российская академия наук в импортозависимости многих отраслей российской экономики? Почему так и не пошел в серию не имеющий аналогов медицинский томограф? Почему ситуация с РАН напоминает роман «Голова профессора Доуэля»? Об этом рассказывает вице-президент РАН **Юрий Юрьевич Балега**, научный руководитель Специальной астрофизической обсерватории РАН.





Академик Ю.Ю. Балуга

— Санкции выявили нашу очень серьезную импортозависимость во многих сферах экономики. И уже зазвучали голоса, причем на самом высоком уровне: «А была академия?», «Что вы делали все эти годы?», «Давайте отчитывайтесь», — и так далее. Наука и академия чувствуют свою вину за создавшуюся ситуацию?

— Нет, нет и еще раз нет. Наша наука более 30 лет существует на те остаточные средства, которые ей выделяются. Начиная с 1990-х гг. мы по большому счету занимались одним делом — вы-жи-ва-ни-ем. Конечно, было несколько научных направлений, где ситуация складывалась более-менее благополучно, но это редкие исключения.

Помню, на встрече с В.В. Путиным, который был гостем Курчатовского института, на его вопрос «Чего, кроме денег, не хватает отечественным ученым?» я ответил: «Нам не хватает очень больших денег». Расходы надо увеличивать не в полтора-два раза, как требует закон, который, кстати, не выполняется, а многократно. Только тогда мы сможем конкурировать с ведущими странами. Конечно, необходимо двигаться не широким фронтом, ни одна страна на это не способна, а выделить приоритеты.

И еще. Когда сейчас в высоких кабинетах начали обвинять науку, а конкретно Российскую академию наук в том, что санкции так больно ударили по нашей экономике, хочу напомнить о принятых ранее решениях.

Вот самый яркий и характерный пример. Недавно на президиуме РАН был представлен уникальный магнитно-резонансный томограф. Кстати, это самая дорогая медицинская техника. Разработанная в ФИАН конструкция не только ни в чем не уступает зарубежным, но и в несколько раз дешевле. За счет чего? Дело в том, что российский МРТ вообще не использует жидкий гелий. Ничего подобного нет нигде в мире. Но не это самое поразительное. Разработки этого томографа начались 25 лет назад, уже тогда были очевидны его уникальные достоинства, но ни одно промышленное предприятие, ни одно профильное министерство им не заинтересовалось. Он был им не нужен, так как жили по принципу: зачем делать самим, все купим за рубежом. Так была устроена наша экономика. И сейчас, когда вдруг понадобились отечественные разработки, оказалось, что даже при явном недофинансировании науки в ее портфеле есть множество проектов мирового уровня. Если бы они своевременно реализовывались, мы бы сейчас жили в другой стране. Во всяком случае, санкции были бы не столь чувствительны.

Что касается вины непосредственно академии, то, как вы знаете, после реформы 2013 г. у нее были отобраны все институты и переданы сначала в ФАНО, а потом в Минобрнауки РФ. Сейчас РАН вообще не имеет права заниматься наукой. Нынешняя ситуация мне чем-то напоминает

фантастический роман «Голова профессора Доуэля» А.Р. Беляева. Сегодня академия наук — это голова профессора. Говоря об-разно, у нее оторваны руки, ноги, отобрали все... Осталась голова, которая подпитывает трубочками, чтобы она могла что-то говорить, глазами двигать, но больше ничего. И сейчас вдруг возмущаются, а почему эта голова не предотвратила нынешнюю санкционную ситуацию.

## НАУКОЙ СЕГОДНЯ УПРАВЛЯЕТ НЕ УЧЕНЫЙ, А ЧИНОВНИК

— Но ситуация резко изменилась, о роли науки говорят на самом высоком уровне. Она стала востребованной, от нее ждут достойных ответов на санкции. И уже заговорили о том, что академии наук надо найти свое место в этом меняющемся мире и доказать свою необходимость. Словом, у нее появился реальный шанс выйти из тени и занять ведущие позиции, как было во времена СССР, когда ни один важнейший вопрос в стране не решался без совета с академией.

— О каком шансе вы говорите? При нынешнем положении академии, когда она, повторю, по закону не имеет права заниматься наукой, не имеет научных коллективов. Будучи, по сути, «клубом ученых», мы можем только писать какие-то документы, обращаться на что-то внимание, просить институты, подведомственные Минобрнауки, выполнить такие-то задачи. Они могут сказать: «Хорошо», а могут сказать: «Нет». Знаете, какой ответ пришел недавно из правительства на наше предложение по реформе науки, которое мы направили президенту страны? Суть примерно такая: когда понадобится, мы пригласим вас для обсуждения задач, стоящих перед нашей наукой. Вы, наверное, удивитесь, но о многих важнейших решениях в области науки РАН узнает из СМИ.

Наукой сегодня управляет не ученый, а чиновник. Он решает, какие направления исследований поддерживать, сколько давать денег, как оценивать научные результаты, отвечает на многие другие вопросы ее функционирования. Эти люди никогда не занимались наукой, не знают, как она делается, по каким выработанным многолетним опытом принципам живет научное сообщество, но они готовы наукой управлять. Главный принцип — вовремя отчитаться перед высокостоящим начальником, отработать его поручения и указания. Пока сами

ученые не будут решать, как развиваться науке, думаю, ситуация в ней не изменится. Уверен, если будет принято такое решение, это станет самым сильным ответом на любые санкции. А дальше наука сможет быстро и эффективно решить любые проблемы. И поверьте, у нас работают тысячи первоклассных исследователей мирового уровня.

— Наука давно стала интернациональной, ученым нужно взаимодействовать со всем миром. Но сейчас многие зарубежные научные организации отказываются с нами сотрудничать, закрываются совместные проекты. Что нам делать в этой ситуации?

— Академия наук использует те связи, которые у нас были наработаны с зарубежными академиями, обществами, научными организациями. Сейчас с теми, кто по крайней мере не отвергает нас полностью, пытаемся поддерживать контакты. Понятно, что акцент делается в первую очередь на Восток. Очень серьезно взаимодействуем с Азербайджаном, Узбекистаном и, конечно же, с Китаем и Индией.

## Надеяться, что в нынешних условиях ученые всего мира скажут: «Наука сама по себе, а политика сама по себе, давайте продолжать сотрудничество», — весьма наивно

Будем откровенны: надеяться, что в нынешних условиях ученые всего мира скажут: «Наука сама по себе, а политика сама по себе, давайте продолжать сотрудничество», — весьма наивно. Тем не менее многим, особенно в нашем МИД, очевидно: кто, если не академия, сейчас способен сохранить контакты в отношениях с другими странами? Это крайне важно, потому что рано или поздно все должно закончиться. И когда отношения между странами начнут восстанавливаться, то все начнется с научных и культурных контактов.

— Через год академия будет отмечать свое трехсотлетие. Наверняка, это станет одним главных событий 2024 г. Вы один из руководителей оргкомитета по подготовке к празднику науки. Как он будет проходить?

— Программа намечалась очень обширная. Например, ключевым событием должен был стать Мировой научный форум в Санкт-Петербурге. Но с учетом нынешней ситуации, наверное, он будет уже международным. По оценкам, в нем примут участие более 1 тыс. ученых со всего мира. По всей стране в течение всего года пройдут множество самых разных мероприятий, выставок, по телевидению ведущие ученые страны расскажут о самых последних достижениях российской и мировой науки. И, конечно, мы поведаем о той роли, которую играла академия наук в судьбе страны, в том числе и в тяжелейшие годы ее истории, как ее ученые находили выходы из самых труднейших ситуаций, какие научные достижения мирового уровня позволяли стране многие годы находиться среди лидеров научно-технического прогресса.

Для массового читателя и зрителя наука — это прежде всего имена ученых. И здесь нам есть чем гордиться. Для СМИ готовятся материалы, где в увлекательной и очень популярной форме мы расскажем о наших великих ученых, чьи имена стали классикой мировой науки, об их судьбе, о том, как делается наука. За каждым именем — захватывающая история поисков и озарений. А в целом мы должны показать, что Российская академия наук — один из главных брендов страны. Его нельзя потерять.

## ПРЕЗИДЕНТ МАЛЕНЬКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**— Юрий Юрьевич, наверняка многим будет интересна и ваша научная судьба. Как мальчик из села под Ужгородом стал известным астрофизиком, лауреатом Государственной премии — и как, работая в 1974 г. после окончания вуза на предприятии «Ужгородприбор», через год вдруг оказался в обсерватории на Северном Кавказе?**

— Мое детство совпало с началом космической эры. Неудивительно, что, как и многие сверстники, я бредил полетами к другим звездам, увлекался астрономией, мастерил телескопы, читал фантастическую литературу, наблюдал за первыми спутниками. В школе записался в отряд космонавтов. Это детское увлечение с годами только усиливалось. В Ужгородском университете учился на физическом факультете, работал на кафедре астрономии, где мы вычисляли орбиты немногочисленных тогда

еще искусственных спутников Земли. Когда окончил вуз, меня по распределению направили на завод. И там я серьезно опростоволосился. К тысячелетнему юбилею города я как технолог утвердил схему изготовления памятных значков. Не буду вдаваться в подробности, но вся партия оказалась с браком. Был серьезный скандал.

**— Да это почти диверсия!**

— Словом, завод со мной расстался. И я с радостью бежал в Крымскую обсерваторию, пытался там устроиться, но вакансий не оказалось. Правда, мне сказали, что на Кавказе строится обсерватория с крупнейшими в мире телескопами и там директор И.М. Копылов набирает молодых людей. Мне был 21 год. И я поехал на Кавказ. Иван Михеевич принял меня очень радушно, выслушал, задал с десятков вопросов по астрономии. Так в январе 1975 г. я начал работать лаборантом. Прошел все ступеньки: инженер, младший научный сотрудник, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией. А в 1993 г. стал директором крупнейшей в стране Специальной астрофизической обсерватории РАН.

**— И возглавляли ее более 20 лет.**

— Почти 23 года. Считаю, что слишком долго. Засиделся. Я сейчас понимаю, что даже если ты идеальный руководитель, надо находить в себе силы и уходить вовремя, потому что ты блокируешь рост других людей. Кроме того, хочешь ты или нет, но с годами появляется некий культ начальника. И был культ Балеге. Ведь я и директор, и более 20 лет депутат парламента в Карачаево-Черкесии, решаю в республике многие важнейшие вопросы. Вроде бы все здорово, но это самообман, потому что наступает стагнация, ты теряешь интерес к развитию. Пока ты молодой, у тебя бойцовский характер, ты, как бульдог, вгрызаешься в самые разные проблемы и темы, тебе интересно. А когда ты уже почти великий, ты считаешь, что тебе не нужно ни с кем советоваться, что твоя точка зрения не может быть неверной. В итоге под тебя все начинают подстраиваться, боятся проявить инициативу. А главное — не растет молодежь.

**— Многие вокруг живут по принципу «Чего изволите?»...**

— Хотя немного упрощенно, но в целом вы правы. Поэтому давно придумано: даже если ты великолепный, лучший директор в мире, отработав два-три срока, ты должен уйти. Дай шанс другим людям, другим идеям, другим задачам. Таковы законы диалектики.

И сейчас в уставах научных институтов записано, что директор занимает свой пост два срока. Точно так же, кстати, и президент РАН.

— **Какие основные достижения были за 20 лет вашего директорства?**

— Думаю, вы догадываетесь, что такое работа директора? Он определяет, как в его коллективе должна развиваться наука, но он и кормилец, и поилец. Особенно это актуально для расположенной в горах Карачаево-Черкесии обсерватории. Это маленький замкнутый поселок примерно на тысячу жителей. Здесь главное предприятие — обсерватория. Поэтому приходилось решать вопросы и детского садика, и школы, и питания, и благоустройства, и вырубки лесов. В общем, все, что только можно придумать. То есть фактически ты президент маленькой республики. А ведь это были тяжелейшие 1990-е гг., когда все распалось и никому эта обсерватория не была нужна. Надо было выживать в прямом смысле слова. Несколько раз была ситуация, когда людям просто нечем было платить. Нет денег. И мне приходилось брать деньги у банков под залог самолетов авиакомпании «Кавминводываиа». Дай бог здоровья тогдашнему ее гендиректору В.В. Бабаскину, который нам помогал. Я брал кредит в Москве и возвращался с двумя спортивными сумками, в которых лежали магнитные ленты для маскировки, потом слой денег, магнитная лента, слой денег. Я ездил один, об этих поездках никто не должен был знать, потому что неизвестно, чем все могло закончиться.

— **Почти детективная история.**

— Да, вот через такое мы тогда прошли. Вообще, время было тяжелейшее. Много самых разных событий. Тогда началась война в Абхазии, через поселок в сторону перевалов проходили добровольцы, у нас, например, останавливался отряд Басаева. Это все надо было выдержать, не дай бог какой-то случайный выстрел. И главное — сохранить науку.

Вы спрашиваете о главных достижениях? Считаю, мое главное достижение в том, что удалось сохранить коллектив, наши телескопы работали безостановочно каждый день и каждую ночь. Более того, мы сумели



Специальная астрофизическая обсерватория РАН в Карачаево-Черкесии

нарастить технический потенциал, на телескопах были установлены новые средства для получения астрономических данных.

— **И в эти труднейшие времена вы получили Государственную премию.**

— Госпремию СССР получил в 1991 г., еще до директорства. Причем не за астрономию, а за создание цифрового телевидения. Наша обсерватория совместно с ленинградским ВНИИ телевидения разработала новые цифровые матрицы, которые регистрируют изображение на основе кристаллов кремния. Тогда наша страна еще могла соревноваться со всем миром в разработке цифровых телевизионных средств, потом все рухнуло. Но премию мы получить успели.

— **По сути, 40 лет вашей жизни связано с этой обсерваторией, а в 2017 г. вас избрали вице-президентом РАН и вы уехали в Москву. Как расставались с телескопами? Вам небо не снится сейчас?**

— Небо не снится, а вот горы снятся. Понимаете, для меня есть две вещи, которые дают понимание смысла жизни и моего места во Вселенной, — горы и ночное небо. Когда ты поднимаешься на вершину или остаешься на телескопе один с безмолвными звездами, приходит ощущение необозримой бесконечности нашего мира и понимание его гармонии и красоты. Об этом, кстати, знаменитая картина Поля Гогена «Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем?». Ведь жизнь очень скоротечна, и рано или поздно начинаешь спрашивать себя: зачем я пришел в эту жизнь, что сделал, чтобы



Поль Гоген. Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идем? (1897–1898)

окружающий мир стал лучше, добрее, принес ли я в него любовь и новые знания, а не разрушения, ненависть, зло?...

— **Вообще-то давние и простые истины.**

— Да, они простые и естественные, если человек пришел к ним сам. А для кого-то они абстрактные, кому-то они даже в голову не приходят.

— **Многие за ответом обращаются к религии.**

— Когда люди понимают, что сами не способны разобраться, им помогает религия. Там все расписано, ее догмы все объясняют. Уклонение влево-право — ошибка, ты сбился с правильного пути. Но человек, который занимается наукой, в принципе не может руководствоваться никакими догмами, он просто обязан во всем сомневаться. В этом суть науки.

## «СТАРАЯ» АСТРОНОМИЯ — САМАЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ НАУКА

— **С одной стороны, астрономия — одна из самых старых наук. Еще в далекой древности жрецы, наблюдая за звездами, делали самые разные расчеты и предсказания, строили культовые сооружения. А с другой стороны, эта наука удивительно современная. Почти каждый год в лидерах мировых научных рейтингов оказываются открытия астрономов и астрофизиков. Можно сказать, что астрономия вообще не стареет, остается вечно молодой. Как-то можно объяснить такой феномен?**

— Когда человек впервые встал с четверенек и увидел звезды на небе, он задумался, а что там наверху. Неудивительно, что именно астрономия — одна из древнейших наук. Причем она постоянно заставляет нас менять представление об устройстве Вселенной и своем месте в ней. Через 100–200 лет оно будет совсем другим, не таким, как сегодня. И это путь неизбежный, так развивается человечество. А еще, по моему мнению, «старая» астрономия — самая высокотехнологичная дисциплина, потому что впитывает в себя последние достижения науки и техники, все, созданное на пределе сегодняшних возможностей науки. Поэтому такое большое количество Нобелевских премий получают работы по исследованию Вселенной. Например, недавно дали премию за гравитационные волны. Для простого человека в этом нет ничего удивительного — ну открыли и открыли, ему от этого ни жарко ни холодно. Но на самом деле это поразительный научный прорыв. Чтобы обнаружить действие гравитационных волн, требовалось зафиксировать смещение двух зеркал, расположенных на расстоянии 4 км. А величина их смещения составляет доли размера атомного ядра. Это фантастические технологии. Вот такая «старая» эта наука — астрономия.

— **На заседании Совета РАН по космосу вы сказали, что за 50 лет у нас не появился ни один новый оптический телескоп. Хотя в мире сейчас настоящий бум, строятся сразу несколько мощных инструментов для изучения Вселенной.**

— К сожалению, это так. Советский Союз был передовой страной в области астрономии

и астрофизики. Вообще, это была эпоха, когда страна, недавно вышедшая из войны, несмотря на огромные проблемы с экономикой, отправила человека в космос, запустила первый спутник, создала атомный флот, строила ускорители и телескопы. Конечно, жили бедно, очень напряженно, но созданное тогда наукой и промышленностью позволяет нам сегодня существовать как научной державе. Когда на Кавказе строился самый большой в мире оптический телескоп с шестиметровым зеркалом, туда приезжали многие министры и даже глава правительства А.Н. Косыгин. Это была стройка для всей страны. Вот такое было внимание к нашей науке.

— **Недавно на встрече представителей правительства с учеными было заявлено, что в связи с санкциями картина науки кардинально изменится, на первый план выйдут самые насущные задачи, а потому многие направления исследований урежут; более того, фундаментальная наука будет уходить в тень. И я так понимаю, что астрономия, наука очень дорогая, пострадает одной из первых. Ведь где она с ее изучением Вселенной, и где насущные задачи.**

— Думаю, скорее всего, все будет ровно наоборот. Если я буду рассказывать, какая практическая польза от астрофизических исследований, нам нужно 25 передач по два-три часа. Примеров не счесть. Про камеры для цифрового телевидения я сказал. Они же работают в вашем мобильнике, когда вы делаете фотографию. Мало кто знает, что без астрономии ни один самолет, ни одна ракета никуда не полетят, вернее, полетят в никуда, ни одна подводная лодка, ни один корабль не поплывет. Ведь системы позиционирования ГЛОНАСС работают через спутники, которые «привязаны» на небе к квазарам. Квазары — это ядра других галактик, расположенные от нас на расстояниях в миллиарды световых лет. Они для нас представляют собой практически неподвижные точки на небесной сфере. Телескопы наблюдают за ними и создают сети из тысяч квазаров, которые используются в системах позиционирования. Отечественная система «Квазар» объединяет три телескопа: один под Санкт-Петербургом, другой на Кавказе, третий на Алтае.

— **Когда я брал интервью у нашего выдающегося ученого, лауреата Нобелевской премии В.Л. Гинзбурга, спросил: «Какой вопрос науки интересует вас больше всего?» Он сразу ответил: «Почему Вселенная**



## Ю.А. Медведев

**Юрий Александрович Медведев** — один из самых известных и авторитетных научных журналистов России. Выпускник МИФИ. В профессии более 30 лет. Начинать в знаменитом советском журнале «Техника — молодежи», затем работал в газетах «Век» и «Известия». Почти 20 лет ведет полосу «Наука» в «Российской газете». Всегда подчеркивает особое значение академии наук для развития страны. В интервью журналиста ученые РАН получают трибуну, чтобы выразить свое отношение к реформе 2013 г. и ее последствиям, предложить пути преодоления импортозависимости нашей экономики. На его самые острые вопросы откровенно отвечали президенты РАН Ю.С. Осипов, В.Е. Фортов и А.М. Сергеев, вице-президенты В.В. Козлов, Г.А. Месяц, И.М. Донник и др. За заслуги в области печати награжден Почетной грамотой Президента РФ.

### расширяется с ускорением?» Есть ли у вас такой заветный главный вопрос?

— На вопрос В.Л. Гинзбурга наука пока не нашла ответа, хотя версий много. А для меня самый загадочный вопрос такой: наша Вселенная единственная или таких вселенных бесконечное множество? ■

*Беседовал Юрий Медведев*

Академик

# Алексей Хохлов:

## «Наука в новой России — это мой пик Коммунизма»

Он потомственный академик. Выдающимися учеными были и его дед, и отец. Каково это — продолжать такую родословную? Удастся ли совмещать напряженную работу в академии с научными исследованиями? Достигнет ли отечественная наука уровня передовых стран? Может ли ошибаться комиссия по борьбе с лженаукой? Об этом и многом другом — наш разговор с вице-президентом Российской академии наук, заведующим кафедрой физики полимеров и кристаллов физфака МГУ и лабораторией физической химии полимеров Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН академиком **Алексеем Ремовичем Хохловым.**





Академик А.Р. Хохлов

**— Алексей Ремович, расскажите, пожалуйста, какой круг задач вы решаете в РАН?**

— Стараюсь делать все, что мне поручено. Если говорить об организационных вещах, то одна часть моей работы связана с научными журналами. Российская академия наук издает лучшие российские научные журналы, и это работа, которая требует постоянного внимания.

**— Сейчас, когда ситуация меняется и опубликовать свою статью в *Physical Review* или в *Science* будет, мягко говоря, сложно, как вы считаете, будет ли возрастать уровень наших отечественных научных журналов?**

— В первую очередь, хочу сказать, что испуг, связанный с тем, что статьи не будут публиковаться, не оправдался. Статьи принимаются. Хотя, конечно, возможна определенная настороженность рецензентов. В связи с этим приток статей в российские журналы увеличится по объективным причинам. Я считаю, что это хорошо. Мы сейчас пытаемся убедить правительство, чтобы у нас была платформа открытого доступа, на которой размещались бы лучшие российские журналы, не обязательно только Российской академии наук. Надеюсь, этот проект будет реализован.

Еще одно направление связано с научно-методическим руководством и экспертизой Российской академии наук. Вместе с академиком А.В. Андриановым мы отвечаем за функционирование соответствующего

управления, и это очень большая работа. Практически все отчеты, научные тематики, программы развития проходят экспертизу РАН. Недавно этот процесс был полностью автоматизирован. Теперь у нас есть своя информационная система. Надеюсь, что и качество рецензирования, которое существенно возросло все эти годы, сейчас станет еще лучше. Немаловажна также работа с комиссией по борьбе с лженаукой. Это уже старая комиссия, которая была создана еще академиком В.Л. Гинзбургом, но она тоже делает очень полезную работу, потому что постоянно появляются какие-то представления, которые не имеют отношения к современной науке. И их надо разоблачать.

**— Нет ли риска выплеснуть вместе с водой и ребенка? Может быть, какая-то парадоксальная, лженаучная на первый взгляд идея окажется впоследствии перспективной? Ведь в науке такое случается нередко.**

— Да, в науке множество примеров, когда вначале что-то воспринимается в штыки, но потом идея становится общепризнанной. Например, Герман Штаудингер, который в 1920 г. написал первую статью о полимерах, выдвинул гипотезу, что многие вещества, известные к тому времени (резина, крахмал, белки), состоят из длинных молекулярных цепочек. Это никто не воспринял всерьез, над ним открыто смеялись. Но он доказал в ходе прецизионных экспериментов, что абсолютно прав.

Однако когда речь идет о том, что уже твердо установлено наукой, смешно объявлять нечто, с ней никак не согласующееся. Совсем недавно Е.Б. Александров прислал мне письмо, адресованное в Российскую академию наук, от некоего изобретателя, который придумал вечный двигатель. Мало того, Роспатент ему выдал патент на это изобретение!

#### — Каким образом?

— Это вопрос к Роспатенту. Потом он обращался в различные инстанции, но его, естественно, никто всерьез не принял. Тогда он написал письмо академику Е.Б. Александрову с просьбой разобраться. Он и разобрался: это полная ерунда.

Еще есть работа, связанная с взаимодействием с научным сообществом. Тут несколько аспектов. Например, профессора РАН. Это относительно молодые, до 50 лет, доктора наук, которым мы присваиваем почетное звание профессора РАН. Они ассоциированы с Российской академией наук и много делают для того, чтобы реализовать те функции, о которых я говорил, в частности экспертизу.

**— А ведь введение этой должности — ваша заслуга. Это вы придумали профессоров РАН и протолкнули эту идею в академии наук. Они оправдывают ваши ожидания?**

— Я высказал эту идею, когда В.Е. Фортвов еще был президентом РАН. Он поддержал это дело, согласовал с правительством, Администрацией Президента РФ. Мне кажется, идея себя оправдывает. Сейчас у нас идут выборы новых профессоров РАН. Очень большой конкурс — в среднем около восьми человек на место. И выбирают действительно очень сильных, активных ученых, которые, надеюсь, дадут новый импульс развитию Российской академии наук.

**— Алексей Ремович, вот я вас слушаю, и складывается картина некоего благополучия в нашей науке. Профессора РАН молодые, талантливые, уровень российских научных журналов растет, рецензирование тоже становится более качественным, много как фундаментальных идей, так и прикладных разработок...**

— Проблемы тоже есть. Продолжая разговор о тех направлениях, за которые я отвечаю: есть комиссия по противодействию фальсификации научных исследований. У нас очень много плагиата. Много есть и других негативных явлений. В 2020 г. мы представили на президиум доклад о публикациях в зарубежных «хищных» журналах, когда люди за деньги печатают

откровенную ерунду. Эти журналы входят в базы данных, реферируются в *Web of Science* и *Scopus*. Существовал, например, такой венесуэльский журнал *Espacios*, в котором было очень много российских публикаций. Любую чушь за деньги публиковали. Таких журналов много и в Индии, и в Латинской Америке. Причем их вычищают, но возникают новые.

Что касается российских журналов, мы сделали проект *Russian Science Citation Index*. Из всего безбрежного моря российских журналов мы отобрали те, которые удовлетворяют минимальным требованиям к научной литературе. В настоящий момент там 879 журналов, а всего — 6 тыс., представляете? И в основном это журналы, которые публикуют просто за деньги. Содержание неважно — только плати. Там могут быть проект вечного двигателя или точное рациональное выражение для числа пи, например.

**Те, кто занимается наукой профессионально, рано или поздно поймут, что международное научное сотрудничество — это правильная позиция и политические соображения не должны влиять на научные связи**

Поэтому нам было очень важно отобрать журналы, где есть хоть какое-то рецензирование. Это проект Российской академии наук. Сейчас, когда требования на журналы *Web of Science* и *Scopus* оказались в подвешенном состоянии, встает вопрос, чем заменить. Вот, пожалуйста, — есть чем заменить.

**— А что будет с международным научным сотрудничеством? Оно будет развиваться? Или у нас опять железный занавес?**

— Это зависит от факторов, которые не связаны с наукой. Но я надеюсь, что ситуация вернется в нормальное русло, когда на науку не распространяются никакие политические факторы. Разум в конечном счете возобладает. Те, кто занимается наукой

профессионально, рано или поздно поймут, что международное научное сотрудничество — это правильная позиция и политические соображения не должны влиять на научные связи. Мне кажется, что мы к этому придем.

— **Многие молодые ученые и популяризаторы науки сейчас уехали. Что вы думаете по этому поводу?**

— Да, это правда. Кто-то уехал. Кстати, сказать, что «многие», я пока не могу. Кто-то, может быть, обдумывает такое решение. Но каждый выбирает свою дорогу в жизни. Что я могу об этом думать? Это их право.

— **Какой вы видите выход для отечественной науки?**

— Буквально только что я выступал по этому поводу на одном совещании. Обозначу три фактора.

Первый — каким образом достижения науки использовать в прикладных целях и как заинтересовать этим промышленность.

Второй — ключ к успеху состоит в том, чтобы раскрепостить науку, убрать все ограничения, которые мешают ее развитию. А их огромное количество, и они нелепы. Помоему, только ленивый не сказал, что надо срочно отменять закупочные процедуры для науки. Сейчас не та обстановка, чтобы месяцы тратить на закупку простейшей детали или реактива.

Третий — нецелесообразность жесткой регламентации того, как должен работать научный институт. Не надо разводить науку и технологии. Сегодня, если у вас есть научный институт, вы можете работать только по госзаданию или получать гранты. Но как только вы пытаетесь создать какое-то малое предприятие, чтобы реализовать эти научные разработки, сразу же возникают вопросы: нет, это должно быть совершенно отдельно, ни в коем случае нельзя одновременно заниматься научными разработками и развитием технологий. Эту порочную систему надо менять.

Сейчас важно убрать все барьеры на пути создания малых и средних предприятий при научных институтах и университетах. Надо вернуться к той практике, которая была в 1990-е гг., когда можно было спокойно создать малое предприятие при институте и оно могло успешно развиваться. Большая часть успешных, высокотехнологичных проектов, которые реализуются в наши дни, были созданы именно по этой схеме. В основном это касается отраслевых институтов.

Мы все помним, как быстро развивалась сотовая связь в 1990-е гг. Революция про-

изошла в течение нескольких лет. Благодаря чему? Тому, что были лаборатории при отраслевых институтах связи, которые смогли организовать. А если бы их сразу поставили перед выбором: либо ты в институте, либо ты в этой новой лаборатории, — ничего бы не получилось. И мы сейчас с вами сидели бы со старыми проводными телефонами или пользовались услугами зарубежных компаний сотовой связи.

— **А что вы думаете по поводу системы отчетности академических институтов перед министерством, о многостраничных отчетах по грантам? Нужно ли все это?**

— Конечно, дебюрократизация — это еще одно направление, в котором необходимо двигаться дальше. Не нужно этих многочисленных отчетов, важно смотреть на результат. Отчет — это часто о том, как потрачены деньги, а не о том, как получены результаты. А надо предъявить результат, и тогда будет ясно, за что получены деньги. Вот ты получил результат мирового уровня, а как ты его получил, что при этом делал — совершенно неважно.

— **Видите ли вы сейчас результаты мирового уровня в нашей науке?**

— Да, конечно, они есть. Например, синтез новых трансурановых элементов — безусловно, достижение мирового уровня. В прикладной науке достижения обычно не афишируются, но есть и крупные успехи, которые у всех на слуху, например наша знаменитая вакцина «Спутник V». Это хорошая вакцина, она спасла многие жизни и продолжает спасать. В ее создании нет новой фундаментальной идеи — все было сделано раньше, когда разрабатывали вакцину от Эболы. Но именно благодаря этому обстоятельству коллектив ученых смог быстро создать «Спутник».

Недавно мы рассматривали на президиуме Российской академии наук вопрос о катализаторах для нефтехимии. Выступал профессор А.С. Носков из Института катализа Сибирского отделения РАН. У них очень хорошие катализаторы для производства полимеров и для ряда процессов нефтехимии. Их созданием занимаются давно, и на некоторых российских заводах эти катализаторы уже работают. На президиуме шел разговор о том, что их можно использовать на двух больших заводах, которые в Тобольске построила нефтехимическая компания «Сибур Холдинг» для производства полиэтилена и полипропилена. Это очень перспективное направление.



**Большое тихоокеанское мусорное пятно:** скопление мусора антропогенного происхождения в северной части Тихого океана. Оно расположено между  $135^{\circ}$ – $155^{\circ}$  з.д. и  $35^{\circ}$ – $42^{\circ}$  с.ш. На этом участке находится скопление пластика и других отходов, принесенных водами Северо-Тихоокеанской системы течений.

— **Вы тоже занимались катализом для нефтяной промышленности. Каких успехов удалось достичь здесь?**

— То, чем занимался я, — это не совсем катализ. Это так называемые полимерные жидкости для гидроразрыва пласта. Дело в том, что нефть не всегда легко извлекаема. Есть технология сланцевой нефти. Для того чтобы ее извлечь, нужно расщепить геологические пласты, которые находятся под землей. И для этого используются полимерные жидкости. Смысл нашей работы состоял в том, что жидкость, пока она не встретила нефть, должна быть очень вязкой. Тогда с ее помощью можно разорвать пласт. А как только трещина доходит до нефтеносной области, полимерная жидкость должна размягчаться; при контакте с водой — сохранять вязкость, а как только произошел контакт с нефтью — разрыхляться и спокойно давать нефти выходить на поверхность. Это самая простая идея полимерной жидкости, и мы в этом направлении предложили ряд подходов.

— **Ваши методы также использовали в разработке новых витаминов. Что это за направление?**

— Это наночастицы, которые были иммобилизованы в полимерной матрице. Мы разработали много таких систем, и ряд из них оказались очень хорошими для реакций, используемых для производства различных витаминов. Надо сказать, с витаминами у нас ситуация сложная. На недавнем президиуме был доклад по биотехнологиям, по тем продуктам, которые наша промышленность могла бы выпускать, и эта ситуация, пожалуй, самая пессимистичная. К сожалению, практически всю продукцию мы завозим из-за границы.

— **Но, может быть, ваши работы могут здесь помочь?**

— В одну реку никогда нельзя войти дважды. Это все-таки работы, которые были сделаны 20 лет назад. С тех пор многое изменилось. Ясно, что сейчас нужно развивать химическую промышленность, но ни в коем случае нельзя просто пытаться воспроизвести советские заводы. Это вчерашний день. Нужны современные экологичные технологии. И это, безусловно, очень значительный вызов.

— **Алексей Ремович, вы успеваете заниматься наукой, несмотря на огромное количество функций в академии наук?**

— Стараюсь успевать. Обычно с утра прихожу на кафедру в МГУ или в Институт элементорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, потом еду в академию. Мы сейчас занимаемся разработкой процессов, связанных с нанесением покрытий из сверхкритического диоксида углерода. Это экологически чистая жидкость, с помощью которой можно получить совершенные покрытия без использования вредных растворителей.

Другое направление, которым мы начали очень интенсивно заниматься в последнее время, — это новые типы полимеров. Мы называем их полимерами будущего. Науке о полимерах 100 лет, и с тех пор мир окружающий человека материалов изменился до неузнаваемости. Все вокруг нас состоит из новых полимеров, которых столетие назад не было. Но есть обратная сторона этого процесса — планета замусоривается. В океане образовались громадные острова размером с европейские государства, полностью покрытые пластиковым мусором. Проблема утилизации пластика очень важна. У нас есть

комплексный проект, и мы пытаемся найти пути решения этой проблемы, развивая, с одной стороны, методы вторичной переработки полимеров, с другой — методы захоронения полимеров и последующей рекультивации свалок. Кроме того, создаем биоразлагаемые полимеры. Это очень перспективная работа, которая, надеюсь, скоро найдет применение.

Одновременно мы занимаемся созданием «умных» полимеров, которые очень легко меняют свойства в зависимости от внешних условий.

**— То есть их можно применять не только в нефтяной промышленности, но и где-то еще?**

— Да. Например, среди разработанных нами полимеров — «умные» окна. Это стекла, умеющие менять свой цвет в зависимости от освещенности. Когда на улице темно, они прозрачные. Когда солнечный свет проникает в помещение, они автоматически затемняются.

Есть и биологические материалы, биосовместимые покрытия для биопротезов. Еще один пример — магнитные эластомеры. Это полимер типа резины, в которую замешаны магнитные микронные частицы. В результате получается материал, реагирующий на внешнее магнитное поле, и на этой основе тоже можно сделать очень интересные «умные» полимеры — например, клапаны, заглушки, которые могут управляться магнитным полем.

Этот метод мы предлагали применять в нефтедобыче. Использование заглушек, управляемых магнитным полем, позволяет при необходимости блокировать водные пласты, так что на поверхность поднимается только нефть.

**— Поговорим о вашей знатной родословной. Ваш дед, академик Михаил Михайлович Дубинин, — выдающийся химик, специалист в области физической химии. Известно, что он прожил долгую жизнь, более 90 лет. Каким он вам запомнился?**

*М.М.Дубинин (1901–1993) — советский физико-химик, специалист в области сорбционных процессов. Важнейшее научное достижение — теория объемного заполнения микропор. В частности, одновременно с Фрицем Стекли им получено уравнение, известное в мировой литературе как уравнение Дубинина — Стекли.*



— Да, он умер в 1993 г. Конечно, я много с ним общался, но в основном как с дедом, а не как с ученым. Я знал, чем он занимается, и это действительно интересная область науки — физическая химия адсорбции, которая у нас очень интенсивно развивалась еще с начала XX в. Это касается и проблемы противогазов, которая возникла в ходе Первой мировой войны. Один из знаменитых ученых, начавших работать в этой области, — академик Н.Д. Зелинский. Его ближайшим соратником был профессор Н.А. Шилов, который, в свою очередь, стал учителем моего дедушки М.М. Дубинина.

**— Ваш отец, академик Рем Викторович Хохлов, — не менее выдающийся ученый, замечательный физик, один из создателей новой науки — нелинейной оптики. К сожалению, он не прожил такую долгую жизнь, как ваш дед. Какое он на вас оказал влияние? Давал ли вам советы в науке?**

— Я общался с ним не только как с отцом, но и как с известным ученым, который может дать какие-то советы. Это не были советы по конкретной проблеме. То, чем я занимаюсь, очень далеко от того, чем занимался он. Но он посоветовал в свое время работать над проблемами, которые ближе к биологическим объектам, к наукам о жизни. Он считал, и не ошибся в этом, что такие направления науки будут высоко востребованы. Я посмотрел, кто работает по такой тематике на физическом факультете. Тогда академик И.М. Лифшиц, очень известный к тому времени ученый, как раз начинал заниматься статистической физикой полимеров и биополимеров. Я обратился к нему с просьбой, чтобы он стал моим научным руководителем. Он согласился, но лишь после того, как я сдал пять экзаменов теоретического минимума Ландау.

**— Правда ли, что имя вашего отца расшифровывается как «революция, Энгельс, Маркс»?**

— Мои дедушка и бабушка, родители Рема Викторовича, говорили мне, что называли его «Рэм», через «э», и это означает «революция, электрификация мира». А когда выдавали паспорт, то написали через «е», ну и решили потом не менять. Он первый паспорт получил в годы войны. Может быть, тогда уже это было не столь актуально. Родители были на фронте, а он, будучи подростком, работал в автомеханической мастерской. Но я не знаю всех деталей, почему так вышло.

**— Представляю ситуацию, как человек с таким революционным именем, конечно, член партии, идет покорять пик**

**Коммунизма. Идет один раз — не получается, метель. Идет второй раз — не получается, мешают спасательные работы. Он идет третий раз. И это становится роковым в его жизни событием. Он погиб. Есть точка зрения: неправильно таким людям, выдающимся ученым, покорять семитысячники. Надо беречь себя для науки, для страны. Вы согласны с этим?**

— Там, конечно, не было никакой революционной коннотации, что это пик Коммунизма. Просто это был последний непокоренный им семитысячник, который расположен на территории Советского Союза. А рассуждать, что правильно, что неправильно, я не могу. Каждый выбирает свою дорогу. Отец очень хорошо себя чувствовал на высоте, среди товарищей, которые вместе с ним шли к какой-то цели. Это было тогда очень распространено среди ученых. Условности и ограничения, которые существовали в Советском Союзе, в этих альпинистских походах отпадали. Тогда ходило крылатое высказывание, что советская власть кончается на высоте 5 тыс. м. Это его решение, его выбор.

**— Вы сами не занимаетесь какими-то экстремальными видами спорта?**

— Нет, я другой человек. Рем Викторович пытался меня приобщить к альпинизму, я даже имею значок «Альпинист СССР», то есть какие-то две горы я покорил. Был на Эльбрусе, например. Но это простая гора в смысле техники — нужно просто идти и идти. В общем, мне это не очень нравилось и я не стал продолжать этим заниматься.

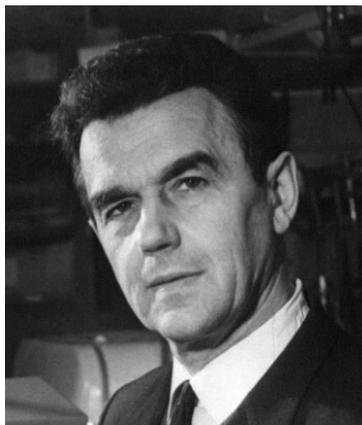
**— Читала ваши воспоминания, где вы рассказываете о том, что в 1990-е гг. вас неоднократно приглашали работать за границу, возглавить хорошие лаборатории. Вы обдумали это и отказались. Почему?**

— Трудно сказать, что было основной причиной. Но в целом, наверное, я просто видел, что здесь я могу реализовать себя в большей степени, чем за границей. Тут действительно была целина и можно было, если прикладывать усилия, придумывать какие-то идеи, создавать нечто совершенно новое, и это действительно было создано. Появились две очень хорошие лаборатории мирового уровня, которые и сейчас успешно работают, а я продолжаю их возглавлять. Для меня это было, наверное, сродни альпинизму.

**— Это и есть ваш пик Коммунизма?**

— Да. В стране тогда все разваливалось, а у нас, наоборот, все хорошо развивалось.

**— А сейчас вы довольны научным уровнем, который демонстрируют эти лаборатории?**



**Р.В. Хохлов (1926–1977)** — советский физик, один из основоположников нелинейной оптики. С 1973 по 1977 г. — ректор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

— Вполне. Конечно, сейчас я им уделяю меньше времени, но это ведь тоже хороший результат — когда твои ученики продолжают твоё дело на приличном уровне. Эти лаборатории по-прежнему остаются ведущими научными центрами. А я сейчас много работаю в академии наук, до этого был проректором МГУ, была лаборатория в Германии... Фактически сейчас она заканчивает своё существование, потому что там очень жесткий возрастной ценз. Мне 68 лет, и я уже перехожу в стадию *senior scientist*. Обычно это человек пенсионного возраста, который передает свой опыт и не может руководить проектами или какой-либо лабораторией.

**— Вы пишете о том, что наука не может существовать и развиваться без международных связей. Сейчас ситуация в этом смысле меняется. Если бы вам предложили уехать, будь вы на 30 лет моложе, вы бы согласились?**

— Не знаю. Очень трудно гипотетически рассуждать, что было бы. Но думаю, что мог бы решить так же, как в 1990-е гг., — остаться и попытаться создать что-то новое. Это всегда интересная задача.

**— Алексей Ремович, каково это — быть потомственным академиком?**

— Конечно, это гордость, но одновременно это накладывает определенную ответственность. Пытаюсь соответствовать.

**— А своих детей, внуков вы воспитываете, чтобы они продолжили вашу родовую?**

— Дети должны сами решать, в каком направлении двигаться. Не стоит силовым образом что-либо навязывать. Но в то же время нужно помогать советом, как им себя реализовать. У моих родителей ко мне было именно такое отношение, ну и я стараюсь придерживаться той же линии. ■

**Беседовала Наталия Лескова**



Академик

# Владимир Чехонин:

## «Есть такое понятие "научная культура"»

В начале интервью я назвал академика **Владимира Павловича Чехонина** «главным врачом России». Как же — вице-президент РАН по медицине, известный в медицинских кругах человек, координатор многих медицинских исследований. Живет так, будто в сутках 30 часов, не меньше. Достаточно закрытый. Без присущего многим большим людям снобизма. Оптимист — то ли по должности, то ли по жизни. В конце беседы он напомнил мне ту самую лягушку, которая сбила масло. По-моему, В.П. Чехонин не обиделся на сравнение.



Академик В.П. Чехонин

**— Владимир Павлович, вы ученый, врач и, скажем так, видный общественный и государственный деятель. Вопрос ко всем ипостасям: в последние два-три года самыми популярными и уважаемыми стали профессии, которые не были в фаворе у власть имущих. До верхов стало доходить, что не финансисты с банкирами — столпы общества, настоящая элита? Кого вы сами считаете элитой общества?**

— Я всегда считал, что настоящая элита общества — это ученые. А на вершине находятся ученые-медики. Здесь и вопросы чисто научного плана, и вопросы социальные, которые врачи волей судеб должны решать. Врачи-ученые — это элита безусловно.

**— Власть стала это осознать?**

— В сложные моменты развития общества, например при пандемической угрозе, когда имеются проблемы и люди начинают испытывать недовольство системой здравоохранения, это те площадки и направления, на которые власть вынуждена обращать внимание, реагировать. Но пандемия проходит — и все потихоньку затухает.

**— Мы помним, как конкретные люди сокращали больницы, поликлиники. И тут пришла пандемия благословенная, и те же самые люди принялись пытаться восстанавливать то, что несколько месяцев назад самозабвенно уничтожали. Серьезный урон нанесли реформаторы?**

— Очень серьезный. Особенно первичному звену здравоохранения. По сути, мы утратили налаженную систему, которая всегда была приоритетом в СССР. И, к сожалению, темпы восстановления не те, которых бы хотелось. И правительство, и президент понимают проблему, нацелены на то, чтобы восстановить утраченное первичное звено оказания медпомощи.

Думаю, что все разумные люди понимают это. Нужны финансовые ресурсы, нужен опыт специалистов по организации этого звена. Конечно, все восстановится, но когда?

**— От РАН, простите за консерватизм, что-то зависит?**

— У нас есть целый ряд структур, которые возглавляют крупнейшие специалисты в области организации здравоохранения. Они готовят рекомендации, дают советы, чтобы восстановить ту систему, которая проявила себя в лучшие годы СССР. Надо сказать, что эта система на закате Союза уже была выхолощена, накопились нерешаемые проблемы в организации оказания медицинской помощи. Они подогревали, будоражили общество, были одной из основных причин общественного недовольства. Вот это повторять не стоит.

**— Вы говорите: «рекомендации и советы». В народе это называется: «А Васька слушает, да ест». К советам профессионалов нынче прислушиваться не модно.**

— Почему же? Прислушиваются. С разной степенью «прислушивания», правда. Да и это

не означает, что проблема будет решена. Покивают, «да только воз и ныне там». Кроме советов должно быть выполнено еще много условий для решения любого вопроса. На одних рекомендациях далеко не уедешь.

**— Как в спорте: есть школы олимпийского резерва, и есть дворовый футбол. Первый красив для нескольких, второй полезен для многих. Первый — о деньгах и успехах, второй — дай бог, в сухом подвале. Первый — для избранных, второй — для всех. Ваше личное отношение к разделению медицины для избранных (не коммерческая, а статусная!) и в рамках ОМС?**

— Я согласен. Но так организовано здравоохранение практически во всем мире. Впрочем, уровень медицины по ОМС у нас гораздо ниже, чем в так называемых развитых странах. Даже в той же Прибалтике уровень ОМС выше. Хотя и там большое различие между медициной класса *VIP* и общего канона для всего населения. И дело не только в отдельной палате, это еще и уровень медицинских технологий, которые можно использовать без ограничений и излишней отчетности.

**— Простите?**

— По ОМС (и ДМС, кстати, тоже) врач имеет право лечить: назначать исследования, консультации, проводить определенные манипуляции, — только в рамках спущенного ему из страховой компании протокола лечения. Другие операции просто-напросто не будут оплачены. В медицине *VIP* об этом вообще не думают, а назначают то, что считают нужным. Вроде все для всех, но в плане применяемых препаратов и технологических подходов есть четко выраженная разница.

**— Это правильно или невозможно преодолеть?**

— Это очень сложно преодолеть. Но этим путем шли и идут все страны мира, везде есть разделение на медицину для богатых и бедных.

Коммерческая медицина, на мой взгляд, имеет право на существование, и бороться с ней не стоит. Но разница в подходах, препаратах, технологиях, этот барьер между платной и условно бесплатной медициной, должна все время уменьшаться. Постоянно. А у нас она остается прежней, если не растет.

**— Вы занимались гипертоксической психозфренией, кататонией. Точнее, изучали гематоэнцефалический барьер, как через него доставить лекарство в определенный участок мозга. Вам нравится не фантазировать, а получать, может быть, приземленный, но реальный результат? Спасти не все человечество, а конкретного человека?**

— Я всю жизнь занимался фундаментальной наукой, нейробиологией, используя самые разные пути для решения поставленных задач. Это иммунология, иммунохимия, клеточная, регенеративная медицина, клеточная биология. Уровень наших фундаментальных знаний определяет перечень для трансляции решений, находок в практическое здравоохранение. Можно фантазировать сколько угодно, но если нет механизмов передачи фундаментальных знаний на помощь людям, то каков смысл такого знания?

Поэтому всегда, занимаясь фундаментальными исследованиями, нужно думать о трансляции их в практику. Без этого ты не получаешь подлинного научного удовлетворения.

Несколько дней назад мы прощались с выдающимся биохимиком академиком В.Т. Ивановым. Это колоссальная потеря для российской биохимии. Вот он был счастливым человеком. Работая в очень широкой области фундаментальных наук, ему удалось транслировать несколько своих изысканий в практику. Например, он синтезировал

**Уровень наших фундаментальных знаний определяет перечень для трансляции решений в практическое здравоохранение. Если нет механизмов передачи этих знаний на помощь людям, то каков их смысл?**

вал такой препарат, как пептид дельта-сна, для лечения целого ряда когнитивных расстройств и психолого-психиатрических проблем, а также вакцину против ящура! Это человек, который много сделал для создания иммуномодулятора «Ликопида». Вадим Тихонович — образец большого ученого-теоретика, который видел пути реализации своих изысканий. И в этом подлинное счастье ученого, который занимается фундаментальной наукой. Если, конечно, он не замыкается только в теории, а идет дальше и видит конечные цели своих исследований.

**— А вы в таком случае счастливый человек?**

— Вы знаете, да. Но все это результаты работы коллектива. Мне посчастливилось работать в очень серьезном взаимодействии с практическими врачами. С академиком Г.В. Морозовым, в то время директором НИИ психиатрии им. В.П. Сербского, с нынешним президентом института З.И. Кекелидзе. Обсуждая работы моей лаборатории по изучению проницаемости барьера между мозгом и кровью у больных гипертонической шизофренией, мы увидели, что за всем массивом фундаментальных исследований есть возможность создать российский иммуноадсорбент для защиты головного мозга от агрессии аутоантител в мозг и защитить людей от смерти. Была смертность 70%! И тогда при участии Е.И. Чазова было решено множество вопросов, вплоть до законодательных, для проведения испытаний этого иммуноадсорбента. Это была очень серьезная работа, лежащая в основе защиты мозга при боковом амиотрофическом склерозе и некоторых видах миастении, когда возникает серия аутоиммунных процессов и дру-

**За рубежом медики под прессом судебного преследования очень жестко работают по инструкциям, спущенным сверху. У нас же врачи больше доверяют решениям своего сердца, и в этом есть свое преимущество**

гих заболеваний нервной системы, при которых появляется нарушение гематоэнцефалического барьера, аутоиммунная агрессия. И эта задача была решена созданием конкретного препарата, реально помогающего людям. Кстати, эта работа была отмечена Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2021 г.

И еще на один препарат мы возлагаем большие надежды. На основе стволовых клеток верхнего обонятельного хода был создан клеточный продукт для лечения травм спинного мозга. Сейчас он проходит доклинические испытания. К сожалению, мы мало можем помочь пациентам с травмой спинного мозга — тяжелым инвалидам, как правило, людям активной возрастной группы.

**— Простите, болезненный вопрос: нужно ли — и зачем — спасать безнадежно больного? Знаете, как в военной медицине: в первую очередь спасают тех, кого можно спасти. Остальным пусть помогает бог.**

— Очень важный вопрос. Когда человек получает диплом врача, он дает клятву (прежде всего, себе) делать все возможное, чтобы вернуть человека к нормальной жизни. И если есть те или иные предпосылки даже в поисковом характере возможностей, то нужно попытаться помочь.

Но это и очень сложный вопрос медицинской сортировки, который в российской истории на высокий уровень поднял Н.И. Пирогов. Он тогда еще говорил о том, что крайне важно оценивать перспективы жизни травмированного пациента и принимать многоплановые решения, заглядывая вперед на годы, на перспективу жизни этого человека. Поэтому сортировка, конечно, нужна. Но нужна и подготовка к ней, нельзя поступать импульсивно, должны быть очень глубоко продуманные медицинские алгоритмы, которые позволяют принять единственно правильное решение. Созданию таких алгоритмов уделяется колоссальное внимание за рубежом. Там врачи под прессом судебного преследования очень жестко работают по инструкциям, спущенным сверху. У нас тоже это зарождается, но пока врачи больше доверяют решениям своего сердца. И в этом есть свое преимущество.

**— Добро пожаловать в дивный новый мир! Плавно переходим к российской фарме. Вакцины мы сделали свои, это хорошо. Но можно ли считать своими лекарства, которые изготавливаются из чужого, не нами открытого или синтезированного действующего вещества на территории нашей страны? Каков процент именно своих лекарств, созданных за последние лет десять?**

— Крайне небольшой! Нас много за это критикуют, в том числе и президент. Во времена СССР это число было гораздо выше, но в 1990-е гг. инновационная деятельность российской фармацевтической науки была разрушена. И сейчас воссоздать ее крайне сложно.

**— Но нам проще закупать!**

— Да, так мыслили все последние годы. Разрушить можно быстро, а вот вернуть хотя бы тот уровень, который был при СССР... 15 лет работы и несколько миллиардов долларов — вот средняя цена нового препарата.

Мало того, нужен гигантский научный фундамент. С неба ничего никогда не падает.

Я много лет в качестве академика-секретаря курировал Институт фармакологии. Крепкий институт. При советской власти разработал и внедрил более 15 новых лекарственных препаратов. Сейчас в этом направлении — относительная стагнация.

**— В чем загвоздка?**

— В устойчивом и достаточном финансировании, конечно. Но главное то, что потеряно умение или даже квалификация грамотной постановки конкретной задачи. Я не раз говорил в высоких кабинетах, что приоритеты не формулируются, задачи не ставятся, контроля над исполнением нет! Не ученые должны решать, какое лекарство будет нужно стране. Точнее, не одни ученые. Должен быть компетентный междисциплинарный орган, который формулирует приоритеты на перспективу, оценивает имеющиеся возможности решения тех или иных задач в рамках этих приоритетов, четко обозначает проблемы и способы их решения и осуществляет профессиональный контроль процессов работы.

**— В ОПК есть для этого военно-промышленная комиссия. А в фарме, которая касается всех и каждого, творится вакханалия!**

— Задачи, конечно, ставятся, но совершенно далекими и зачастую не вполне квалифицированными людьми, что, естественно, приводит к целому ряду проблем. И решить эти проблемы в краткосрочный период вероятно сложно. Может быть, они прекрасные менеджеры, люди хорошие, но все-таки первое слово должно быть за специалистами.

Профессиональные решения особенно нужны сегодня, когда вводятся санкции. Думаю, что правительство направит свои усилия на решение проблем с лекарственным обеспечением. Дефицита, на мой взгляд, постараются не допустить. Мы не должны оставить больных, в особенности с хроническими заболеваниями, без нужных лекарств. Эти проблемы нужно решать, иначе мы получим серьезные возмущения в обществе.

**— Импортное оборудование?**

— Нужно говорить конкретно: и медицинское оборудование, и научное. По научному оборудованию мы импортозависимы процентов на 90; что касается реактивов и расходников — до 90–95%. Даже среды для клеточных культур, без которых невозможна никакая биологическая работа, в стране не выпускаются.

Задача скорейшего производства таких сред у нас поставлена. Решается, в частности, на площадке Института биоорганической химии.

**— Пока петух не клюнет, мужик не перекрестится!**

— Точно. Или возьмем МРТ. Мы еще четыре года назад ставили вопрос в правительстве о производстве своих томографов. Есть совершенно уникальная разработка, специалисты, система подготовки кадров и инициирование работ на площадке Физического института РАН. Мы провели независимый анализ качества томограмм, полученных на их томографе, и ведущие специалисты страны не смогли отличить наши томограммы от зарубежных. Вот уже четыре года, как они могли быть переданы в производство.

Этот вопрос провисел в воздухе и только сейчас начал двигаться. РАН играет координирующую роль. Надеюсь, в ближайшее время появится российский магнитно-резонансный томограф с индуктивностью 1,5 Тл.

**Указом или законом лидером научного мира себя не объявишь. Нужно иметь стройную систему управления фундаментальной наукой, целепологание и понимание, для чего необходима эта наука. Нужна методология трансляции фундаментальных исследований в практические результаты**

**— На мой обывательский взгляд, мы в науке в основном ведомые. То есть там придумывают идею — например, геномное редактирование, создают паблисити, и мы начинаем судорожно, вливая огромные бюджетные деньги, разрабатывать эту тему. Но ведомый — всегда догоняющий. Как быть?**

— Чтобы стать законодателем мировой научной моды, надо, прошу прощения, «мочь». Просто так, указом или законом, лидером

научного мира себя не объявишь. Нужно иметь стройную систему управления фундаментальной наукой, целеполагание и понимание, для чего нужна эта наука. Нужно стабильное, регулярное, приемлемое финансирование. Нужна методология трансляции фундаментальных исследований в практические результаты.

У нас же есть какое-то целеполагание, какое-то финансирование, какие-то возможности прикладных результатов. Но все это бессистемно. Поскольку задача правильно не сформулирована, нет расчета возможностей, контроля и корректировки. И всего этого недостаточно, чтобы быть лидером.

Хотя кое-где мы и сегодня первые, например в военных технологиях. Но там была советская база, которую смогли сохранить, остались профессиональные кадры, удалось решить вопрос с финансированием. И вот результат. В большинстве же остальных направлений науки мы пока обречены быть догоняющими. Чудес не бывает!

## Академия работает очень активно. Задействована площадка МИА «Россия сегодня» для освещения работы совета при президиуме РАН по наукам о жизни

И да, есть такое понятие — «научная культура». Без нее нет настоящей эффективной науки. У нас же она, как, наверное, и само понятие культуры, выхолощена, а порой и утрачена.

— **Какие направления в медицинской науке, цитирую вас же, «всего лишь химик, который умеет разговаривать на общем языке с биологами» кажутся наиболее перспективными, заслуживающими внимания, финансирования, сосредоточения всей России на этом направлении?**

— Могут сказать о нескольких.

Первое. Создание отечественных новых лекарственных препаратов — важнейшая биомедицинская задача. В синтезированных химическим путем — системы векторной доставки лекарственных препаратов в клетки-мишени.

Второе. Это, безусловно, регенеративная медицина. Создание лекарственных препаратов на основе клеточных продуктов. Во всем мире это направление развивается активнейшим образом. В 2025 г. мировой рынок достигнет \$150–170 млрд.

Третье. Лечение нейродегенеративных заболеваний: паркинсонизма, болезни Альцгеймера, травм спинного мозга, ряда опухолевых заболеваний. Лечение патологических процессов в костной и хрящевой тканях. Это очень серьезное направление, в котором мы не имеем права отстать. Хотя работы по регенерации хрящевой ткани в Европе были начаты 18 лет назад, мы только в прошлом году смогли зарегистрировать первый лекарственный препарат, который производится на площадке «Генериума».

— **Где бы мы могли лидировать, учитывая ограниченность ресурсов всех видов?**

— Если бы мы были способны организовать правильную систему развития нашей фундаментальной науки, то могли бы лидировать практически по всем направлениям. Но для этого нужны высокообразованный штат научных сотрудников и устойчивое поэтапное финансирование. А это требует прежде всего от руководящих структур понимания и расстановки приоритетных направлений, правильно поставленных задач. Без этого никуда не двинемся.

Например, все требуют импортозамещения лекарственных препаратов. Но никто не может сформулировать четко и ответственно: с каких препаратов начинать? Против каких заболеваний? По пунктам, пожалуйста. Поставьте задачу! Есть пока еще научный потенциал. Обеспечьте постоянное финансирование этой темы, чтобы привлечь специалистов, даже уже уехавших. Проблема комплексная, и решение должно быть комплексным.

— **По-моему, несложная управленческая задача. Провести ревизию резервов, определить самые критично зависимые области (сердечно-сосудистые, онкологические заболевания и т.п.), расставить приоритеты — и за работу, товарищи ученые! Есть, в конце концов, целое министерство науки, правда, набитое юристами и экономистами, но не потеряли же они инстинкт самосохранения. Может быть, РАН молчит?**

— РАН говорит во весь голос! Проведено несколько президиумов академии по регенеративной медицине, по фундаментальным проблемам и заболеваниям головного мозга. Идет подготовка документов для ФЦП

по борьбе с основными проявлениями старения. Академия работает очень активно. Задействована площадка МИА «Россия сегодня» для освещения работы совета при президиуме РАН по наукам о жизни.

— **Что происходит в мировой и российской науке относительно изучения вселенной на Земле — нашего мозга? Нейродегенеративные заболевания, болезни Паркинсона и Альцгеймера неизлечимы пока или вообще?**

— В изучении патогенеза нейродегенеративных заболеваний сделано много. Но очень непросто перейти от находок, которые сделаны в ходе фундаментальных исследований, к лекарственным препаратам. Это вопрос, требующий времени и колоссальных финансовых затрат.

Буксует все, даже при положительном решении президента страны. Мы обратились к В.В. Путину с инициативной программой по изучению мозга в трех направлениях: фундаментальные исследования, создание конкретных биомедицинских продуктов и изделий, инновационные технологии. Он моментально ее поддержал. Два года прошло, а запустить ее мы не можем.

— **В каких времени и общественном строе вам было бы комфортнее жить и творить?**

— Каждый из этих периодов имел свои преимущества и недостатки. В советское время мы были ограничены в международных научных связях. В 1990-е гг., наоборот, сплошное общение, корректировка совместных исследований, конференции. Но и ощущение, что здесь наука не нужна. В начале 2000-х гг. — возрождение интереса государства к фундаментальной науке. Сейчас мы, российские ученые, оказались в сложной ситуации. Но, уверен, это временно и мы вернемся к полноценной работе. Наука должна учитывать национальные интересы, но не должна иметь национальных границ. И мы, имея колоссальный потенциал, можем перейти из позиции догоняющих в лидеры. Я верю в это.

— **«Жаль только — жить в эту пору прекрасную...» Стресс выбивает из колеи или вы научились регулировать его последствия?**

— Он присутствует в любой работе, стресс — неотъемлемая часть нашей жизни. Я доверяю своему организму самому реагировать на стресс.

— **Обязанностей перечислено столько, что хватит на научный институт. Чем приходится жертвовать?**



## А.Н. Чуйков

**Александр Николаевич Чуйков** — обозреватель отдела «Наука» еженедельника «Аргументы недели». В журналистике с начала 1990-х гг. Работал в зоне боевых действий вооруженных конфликтов на территории постсоветского пространства: в Таджикистане, в Абхазии, освещал обе чеченские кампании. С 2013 г. занимается вопросами научной политики государства, точнее ее отсутствием.

Автор немногих публикаций, вызвавших определенный общественный резонанс, который, впрочем, быстро затухал в атмосфере всеобщей стабильности.

— Общением с близкими. Меньше придется жить для себя.

— **Вы верите или знаете, есть ли у Homo sapiens душа? Если есть, то за какие знания вы могли бы заложить ее дьяволу?**

— Не стал бы закладывать. А душа — конечно, есть. ■

*Беседовал Александр Чуйков*



Академик

# Валерий Бондур: что болит у Земли

Наверное, нет в России человека, более осведомленного о состоянии нашей планеты, чем вице-президент РАН, научный руководитель Научно-исследовательского института аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос», автор около 700 научных трудов **Валерий Григорьевич Бондур**. Накануне общего собрания РАН мы попросили В.Г. Бондура рассказать о его работе, о последних достижениях российских ученых в сфере дистанционного зондирования Земли, мониторинга, прогнозирования и минимизации последствий аномальных процессов и явлений, происходящих в различных средах.



Академик В.Г. Бондур

## САМАЯ ЭЛИТНАЯ КАФЕДРА

— Валерий Григорьевич, вы один из самых авторитетных специалистов в области исследования Земли из космоса, начинали работать в этом направлении еще в 1970-е гг. Чем был обусловлен выбор этой специфики?

— В то время, когда я выбирал вуз, в котором хотелось учиться, очень актуальным было развитие атомной и космической техники. Наша страна была на подъеме. Космос, атомная энергетика и другие наукоемкие отрасли требовали специалистов в таких новых направлениях, как физика плазмы, ядерная физика, прямое преобразование энергии, механика сплошных сред, физическая гидродинамика, газодинамика и др. Поэтому я выбрал Московский энергетический институт, энергофизический факультет, кафедру теплофизики — «элитную» кафедру МЭИ. Уровень образования на ней был очень высоким. Там были великолепные преподаватели. Нашей кафедрой заведовал выдающийся отечественный ученый — академик АН СССР В.А. Кириллин, который был заместителем Председателя Совета Министров СССР — Председателем Государственного комитета по науке и технике СССР, а до этого — вице-президентом АН СССР. Лекции читали такие корифеи науки, как В.А. Фабрикант, М.Е. Дейч, Д.Л. Тимрот, Б.С. Петухов, Э.Э. Шпильрайн и многие другие, к чьим именам с благоговением относятся многие поколения выпускников.

Учиться у них было очень интересно. Наша группа всегда лидировала и была лучшей в вузе. Подавляющее большинство выпускников нашей группы защитили докторские и кандидатские диссертации, стали хорошими специалистами, крупными учеными.

## 50 % ДАННЫХ О ПЛАНЕТЕ ФОРМИРУЮТСЯ КОСМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

— В одной из энциклопедий про вас написано, что вы открыли ранее неизвестные явления и установили новые закономерности, связанные с взаимодействием гидрофизических полей с поверхностью океана, атмосферой, ближнего космоса. Как бы вы определили квинтэссенцию вашего вклада в науку?

— Основные направления и результаты моей научной деятельности, которые признаются и подтверждаются ведущими учеными в этой области науки, связаны с разработкой физических основ и общесистемных принципов создания и применения глобальных аэрокосмических систем, а также новых методов и технологий дистанционного зондирования Земли. Они позволили на основании результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований установить новые закономерности и получить новые знания о различных процессах и явлениях, происходящих в океане,

атмосфере, геологической среде, на поверхности суши и в околоземном космическом пространстве.

Эти результаты использованы и используются в интересах охраны окружающей среды, рационального природопользования, предупреждения опасных природных и техногенных процессов, фундаментальных наук о Земле, а также для решения специальных задач в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на основании аэрокосмических данных.

**— Скажите, как далеко шагнула наука в области дистанционного зондирования Земли по сравнению с тем временем, когда вы только начинали работать?**

— Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — одно из наиболее бурно развивающихся направлений космической деятельности. Подъем его развития совпал с моим окончанием института и началом профессиональной деятельности в ЦНИИ «Комета».

Решаемые задачи и используемые для этого методы, технологии и технические средства, естественно, отличались от современных. В самом начале космической эпохи применялась фотосъемка, что серьезно снижало возможности ДЗЗ, так как между получением изображений и предоставлением их пользователям проходило очень много времени. Это не позволяло решать оперативные задачи, а также требовало задействования больших космических аппаратов и сложных способов доставки отснятых материалов на Землю и предоставления их потребителям.

Затем начали развиваться цифровые методы формирования и использования данных ДЗЗ, которые получили распространение в различных областях. В нашей организации к моменту моего прихода применялись только цифровые методы получения, передачи и обработки космических изображений, так как обнаружение различных динамических объектов должно было происходить в масштабе времени, близком к реальному. Уже к рубежу тысячелетий аэрокосмические методы исследований и мониторинга Земли доказали свою высокую эффективность. Они позволяют анализировать обширные территории, что очень важно для нашей огромной страны, имеющей площадь порядка 17,125 млн км<sup>2</sup>, а также обеспечивать получение изображений любого масштаба с высоким пространственным и временным разрешением в различных участках спектра электромагнитных волн.

Однако требования современности привели к необходимости развития, разработки и расширения областей применения новых методов технологий и технических средств ДЗЗ.

В последнее время методы и средства дистанционного зондирования (особенно космические), а также методы обработки и интерпретации аэрокосмической информации развиваются наиболее интенсивно. Они позволили существенно расширить спектр регистрируемых значимых параметров окружающей среды для исследования ключевых процессов и явлений, происходящих в океане, атмосфере, геологической среде, на поверхности суши и в околоземном космическом пространстве.

Сегодня в процессе дистанционного зондирования Земли с борта аэрокосмических носителей применяются:

- оптико-электронная многоспектральная и гиперспектральная съемка;
- тепловая съемка в ИК-диапазоне;
- спектрометрирование;
- всепогодная радиолокационная съемка с помощью радиолокаторов с синтезированием апертуры на различных длинах электромагнитных волн, реализующая методы радиointерферометрии и радиополяриметрии;
- СВЧ-радиометрия;
- лазерное зондирование, основанное на различных эффектах взаимодействия лазерного излучения с веществом;
- лазерная и радиовысотометрия и др.

**— Какой объем получаемой специалистами геопространственной информации приходится на данные ДЗЗ?**

— В настоящее время различные средства ДЗЗ, установленные на космических аппаратах, а также воздушных, в том числе беспилотных, носителях формируют десятки (а в ближайшее время ожидаются и сотни) эксабайт (1 эксабайт — это 10<sup>18</sup>). При этом ежегодный рост объема таких данных составляет от 20 до 30%. Почти половина этого объема данных формируется космическими средствами ДЗЗ. Этот процесс радикально ускоряется в связи с развертыванием многоспутниковых группировок на основе созвездия малых космических аппаратов, число которых в самое ближайшее время достигнет десятков тысяч. Будет обеспечена возможность почти непрерывно наблюдать за всеми участками поверхности Земли с очень высоким пространственным разрешением (гораздо лучше 1 м). В связи с этим должны разрабатываться и применяться современные высокопроизводительные методы, технологии и технические средства обработки огромных потоков аэрокосмической информации.

Это кардинально отличается от ситуации, характерной для 1970-х гг., когда объемы данных ДЗЗ были сравнительно скромными, а для их получения применялось небольшое

количество многофункциональных космических аппаратов — комбайнов. При этом беспилотных воздушных летательных аппаратов не было вообще.

## МИРНЫЙ «АЭРОКОСМОС»

— **Расскажите, пожалуйста, о создании НИИ «Аэрокосмос». В чем состояла его главная задача?**

— На протяжении многих лет в ЦНИИ «Комета» совместно с коллективами других организаций промышленности и институтов академии наук создавались сложные глобальные информационные и информационно-управляющие аэрокосмические системы, предназначенные для решения оборонных задач. К таким системам, в первую очередь, можно отнести:

- глобальные космические системы наблюдения за динамическими объектами в атмосфере Земли;
- космические системы морского контроля и освещения подводной обстановки;
- космические системы обеспечения безопасности в космосе;
- аэрокосмические системы для детальных исследований атмосферы, океана, суши и околоземного космического пространства;
- системы контроля химической и радиационной обстановки и др.

При создании этих систем был накоплен мощный научный и технический потенциал, диверсификация которого позволяла решать многие проблемы в «мирных» областях. Это прежде всего:

- мониторинг окружающей среды в экологических и природоохранных целях;
- контроль чрезвычайных ситуаций, вызванных техногенными авариями и природными катастрофами;
- разработка методов и создание аппаратуры дистанционного зондирования;
- создание современных космических систем связи;
- разработка методов, аппаратных и программных средств обработки больших потоков информации;
- разработка методов математического, физического и имитационного моделирования;
- проведение фундаментальных исследований океана, атмосферы, суши и околоземного космического пространства с использованием аэрокосмических методов;
- создание медицинской аппаратуры и многие другие.

Именно этими направлениями, естественно, не в ущерб основной деятельности, мне при-

шлось активно заняться с середины 1990-х гг. по поручению моего учителя — выдающегося генерального конструктора и ученого академика А.И. Савина, заместителем которого я работал в ЦНИИ «Комета». Под моим руководством было создано специальное подразделение — научно-исследовательский центр, который целенаправленно занимался и мирными задачами.

Затем был создан отдельный Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «Аэрокосмос», директором которого я был до избрания вице-президентом РАН, а сейчас я его научный руководитель.

— **Расскажите, пожалуйста, про методику вашей работы: что берется во внимание, когда вы расшифровываете снимки из космоса или сделанные с самолета?**

— Для того чтобы решать конкретные задачи с использованием методов дистанционного зондирования, необходимо провести актуальную аэрокосмическую съемку исследуемого региона (объекта) или собрать пригодные для этого архивные аэрокосмические изображения из имеющихся баз данных. Данные должны быть получены в требуемых диапазонах и на узких участках спектра электромагнитных волн, иметь требуемое пространственное разрешение, обеспечивать покрытие заданной территории за необходимые временные периоды.

Затем производится обработка аэрокосмических изображений. Для этого осуществляются:

- радиометрическая коррекция (устранение искажений за счет неравномерности чувствительности элементов детекторов);
- учет влияния атмосферных искажений;
- геометрическая коррекция (устранение сдвига, учет кривизны Земли);
- географическая привязка, синтез цветных и псевдоцветных изображений из каналных изображений и др.

На следующем этапе производится повышение качества изображений путем контрастирования, фильтрации, подчеркивания границ, совмещения изображений, полученных в разных спектральных каналах, и т.п.

Далее проводятся:

- тематическая обработка — ключевой этап не только анализа изображений, но и всего процесса дистанционного зондирования;
- интерпретация аэрокосмических изображений, заключающаяся в обнаружении информативных признаков, восстановлении значимых параметров исследуемых объектов, процессов и явлений;
- сопоставление результатов обработки разновременных и разнотипных изображений, полученных с различных летающих платформ

(спутники, самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты и др.), а также экспорт их в геоинформационную систему (ГИС).

На самом последнем этапе проводятся анализ результатов обработки и формирование на их основе обоснованных рекомендаций для принятия решений.

## ТЕОРИИ КАТАСТРОФ

— **Очертите круг самых основных мирных задач, возникших за последние годы, которые можно решать методами аэрокосмического мониторинга.**

— Если говорить только о мирных проблемах, возникших за последние годы, то в качестве основных я бы выделил климатические изменения и их последствия.

К числу проблем нашей планеты, ожидаемых уже в XXI в., можно отнести следующие:

- стремительный парниковый эффект за счет положительных обратных связей, связанных с парниковыми газами;
- быстрый подъем уровня Мирового океана, составляющий, по высокоточным спутниковым данным, около 3 мм в год (за 30 лет приблизительно 9 см), который происходит за счет таяния полярных льдов (площадь морских льдов за последние десятилетия сократилась почти на 30%);
- глобальное изменение циркуляции Мирового океана;
- все возрастающее количество различных природных катастроф и др.

Эти процессы требуют глубокого исследования и мониторинга для их предупреждения и снижения последствий. Для этого многое делается в научных организациях, функционирующих под научно-методическим и научным руководством РАН. Так, например, в нашем НИИ «Аэрокосмос» в настоящее время успешно выполняется крупный научный проект на тему «Разработка фундаментальных основ и методов выявления аномальных процессов и явлений в океане, атмосфере и на суше, в том числе в Арктическом регионе, по данным дистанционного зондирования Земли и моделирования».

— **Какие цели стоят перед исследователями?**

— Во-первых, получение новых знаний об опасных процессах и явлениях, происходящих в океане, атмосфере и на суше, в том числе в Арктическом регионе, на основе данных ДЗЗ и моделирования.

Во-вторых, обеспечение комплексности и междисциплинарности исследований для формирования новых и развития существующих

научных направлений в области использования космических методов ДЗЗ, моделирования и интеллектуальной обработки больших потоков геопространственной информации о различных аномальных процессах и явлениях.

Уже в настоящее время в рамках этого проекта получены ряд новых научных результатов, которые значительно превосходят зарубежные достижения.

— **Какие из природных бедствий сегодня можно спрогнозировать благодаря вашим методам?**

— Как уже отмечалось, число, масштаб и ущерб от природных катастроф постоянно растут. Для понимания того, какие именно опасности ожидают население нашей планеты в ближайшем будущем, в настоящее время интенсивно развиваются теории катастроф и анализа рисков. Их применение к описанию опасных природных процессов и явлений в реальном окружающем пространстве требует использования методов системного анализа с привлечением технических средств мониторинга. Ключевую роль в этом играют методы и системы аэрокосмического мониторинга.

Современные методы и системы ДЗЗ используются в интересах предупреждения и оценки последствий таких природных катастроф, как наводнения, тропические циклоны (тайфуны), природные пожары, землетрясения, извержения вулканов, сели, лавины, оползни, цунами, экстремальные штормы, волны-убийцы и др.

При этом следует отметить, что в настоящее время на развитие методов и технологий прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций тратится около 10% от затрат на ликвидацию их последствий. Такую тенденцию необходимо изменить. Тем более что развитие новых технологий прогноза и предупреждения чрезвычайных ситуаций, прежде всего аэрокосмических, выделено в качестве одного из семи приоритетов в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на ближайшее десятилетие (приоритет 20д).

— **Ведется ли статистика природных катастроф на планете? С чем может быть связан рост их числа?**

— В целом процентное распределение природных катастроф по их типам характеризуется следующими показателями:

- тропические циклоны (тайфуны) и наводнения — 32%;
  - землетрясения — 12%;
  - засухи — 10%;
  - другие типы природных катастроф — 14%.
- Природные катастрофы на всем протяжении

истории человечества постоянно приводили к большим, а иногда и колоссальным человеческим и экономическим потерям. В целом по земному шару за последние 35 лет природные катастрофы унесли жизни около 3,8 млн человек, при этом так или иначе пострадало почти 75% человечества. В России за этот же период погибли более 4,5 тыс. человек и пострадали 540 тыс.

Масштабность природных катастроф непрерывно нарастает, приводя к возрастанию риска больших человеческих потерь и к экономическому ущербу. Доказано, что в период с 1980 по 2021 г. количество природных катастроф на нашей планете увеличилось в четыре раза, а ущерб от них возрос более чем в шесть раз.

Например, только за последние несколько лет на Земле произошло три мегаземлетрясения с магнитудами более 8,8 (Суматра, Чили, Япония), в то время как за предыдущее 100 лет произошло лишь четыре таких землетрясения.

Максимальный ущерб экономике нашей страны наносят лесные пожары, паводки и наводнения. В России с конца XX в. количество только опасных гидрометеорологических явлений со значительным социально-экономическим ущербом увеличивается в среднем на 6–7% в год. При этом в 2020 г. их было в четыре раза больше, чем в 2000 г. В 2021 г. количество опасных метеорологических явлений на территории нашей страны достигло более 1 тыс.

Такие процессы вызваны прежде всего происходящими климатическими изменениями, интенсивным развитием промышленности и ростом плотности населения, которые приводят к значительным изменениям механизмов регуляции природных систем и приобретают угрожающий характер. Это связано, в первую очередь, с тенденцией повышения температуры, особенно в северных регионах, а также с нарастанием и распространением антропогенного воздействия на окружающую среду.

В связи с этим необходимо обратить особое внимание на решение проблем прогнозирования, предупреждения и снижения последствий природных катастроф. При этом крайне важно развивать новые методы, технологии прогноза и предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также средства для ликвидации их последствий.

## КАК РОЖДАЕТСЯ ТАЙФУН

— Опишите, пожалуйста, подробнее самые последние достижения в области предсказания, например, сильных тропических тайфунов.

— Тропические циклоны (тайфуны, ураганы) — одни из наиболее опасных и разрушительных видов природных катастроф. Они действуют на территории более 50 стран мира, в которых проживает более половины населения земного шара. Их влиянию подвержены также дальневосточные регионы нашей страны. Наибольший ущерб от тропических циклонов вызывается ураганными ветрами, сопровождающимися ливнями, штормовыми нагонами воды и наводнениями.

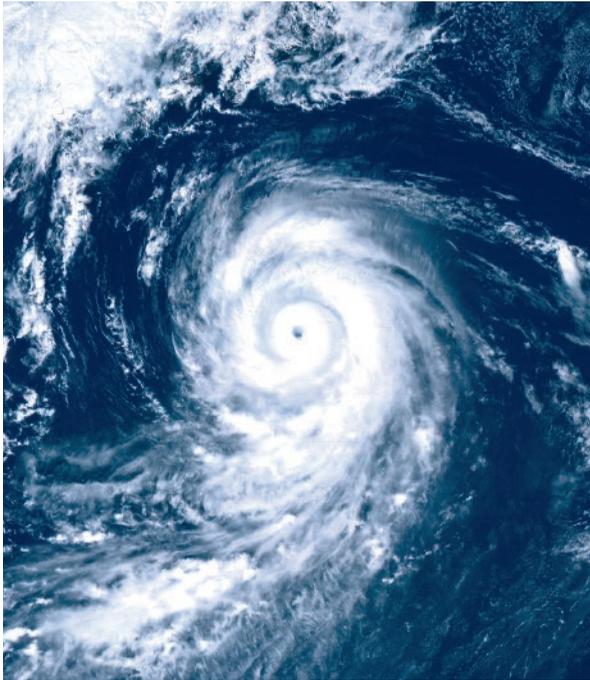
Энергия этих катастрофических природных явлений на границе раздела «атмосфера — океан» достигает колоссальных величин. Проведенные нами оценки, выполненные с использованием в том числе спутниковых данных, показывают, что при зарождении тропических циклонов их кинетическая энергия достигает величины  $10^{14}$  Дж, что сравнимо с энергией 20-килотонной атомной бомбы, в то время как на стадиях тропических штормов она составляет  $10^{17}$  Дж, что соизмеримо с энергией 20-мегатонной водородной бомбы. А их энергия на стадиях ураганов достигает величин около  $10^{18}$  Дж, то есть соответствует энергии уже десятка таких 20-мегатонных водородных бомб.

Поэтому чрезвычайно важно детально изучать эти опасные природные явления и организовывать мониторинг зон их зарождения и эволюции для принятия эффективных мер по предупреждению населения об их приближении и снижению последствий от их негативных воздействий.

Тропические циклоны, их генерация и эволюция имеют стохастический характер. В связи с этим изучение, обнаружение и прогнозирование этих катастрофических процессов требуют специальных подходов, обеспечивающих как непрерывное наблюдение за ними, так и формализованное описание на уровне моделей различного уровня разрешения в пространстве и времени.

Наиболее трудно решаемая задача — обнаружение тропических циклонов на начальной стадии их зарождения. Это связано с тем, что на этом этапе их эволюции в нижней и средней тропосфере происходят сложные и пока недостаточно изученные физические процессы, связанные со слабо выраженной циклонической циркуляцией, относительно пониженным атмосферным давлением и наличием мощного слоя влажного воздуха. Одновременно на начальные тропические возмущения оказывают влияние некоторые внешние крупномасштабные силы, усиливающие интенсивность тропических циклонов.

Особо важную роль при решении задачи раннего выявления моментов зарождения тропи-



**Тайфун «Лайонрок»** в северо-восточной части Тихого океана (снимок сделан со спутника Himawari-8)

ческих циклонов, изучения их физических особенностей и динамики развития, прогноза траекторий их движения играют космические методы и системы.

— **Что нового вы узнали о зарождении циклонов?**

— Например, на основании детального анализа температурных факторов нами установлена четкая зависимость аномальной активности тропических циклонов высоких категорий с повышенной температурой поверхности океана.

Нами предложена методика анализа энергетических особенностей тропических циклонов на основе космических данных СВЧ и ИК-диапазонов спектра электромагнитных волн, которая применяется для оценки энергии как отдельных тропических циклонов, так и их групп.

С использованием результатов обработки данных, полученных со спутниковых навигационных систем, исследованы процессы электризации ураганов и проникновения электрического поля в ионосферу Земли, что позволило установить влияние таких крупномасштабных атмосферных вихрей на ионосферу.

На основании результатов анализа физических особенностей воздействия элементарных частиц на тропические циклоны в наших работах показано, что уменьшение потока космических частиц в результате форбуш-эффектов (кратковременного и резкого понижения

интенсивности галактических космических лучей) приводит к понижению температуры воздуха на уровне турбопаузы (слоя атмосферы, где химический состав атмосферы остается неизменным), усилению конвекции, что вызывает усиление ураганов и изменение их траекторий.

Несмотря на существенные достижения научного сообщества по изучению тропических циклонов, полученные в последнее время с использованием спутниковых данных и результаты моделирования, остаются проблемы по выяснению механизмов их возникновения и развития, повышения точности прогноза мест и моментов зарождения, а также траекторий движения этих опасных природных процессов.

В настоящее время Всемирной метеорологической организацией (ВМО) на основании специальной Программы по тропическим циклонам осуществляется координация деятельности по мониторингу тропических циклонов начиная с ранних стадий их образования. Для этого созданы специализированные региональные метеорологические центры и центры предупреждений о тропических циклонах. Их роль заключается в обнаружении, мониторинге, отслеживании и прогнозировании всех тропических циклонов в соответствующих регионах. Эти центры в режиме реального времени предоставляют информацию и рекомендации национальным метеорологическим и гидрологическим службам.

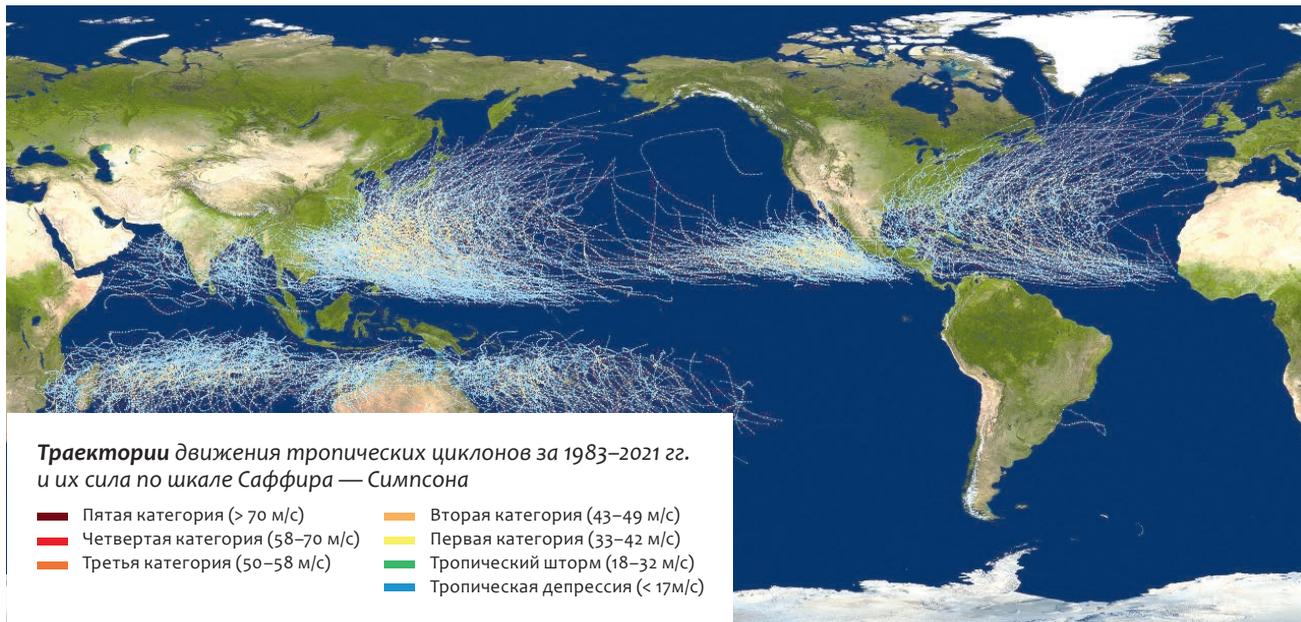
Сегодня предупреждения об угрозах тропических циклонов даются за срок от недели до нескольких дней.

— **Можете назвать самые мощные тайфуны из тех, что фиксировали ученые?**

— Самым смертоносным тропическим циклоном в мире (по данным ВМО) считается мегациклон «Бхола», который возник в центральной части Бенгальского залива в ноябре 1970 г. В результате сильного штормового нагона, захлестнувшего низменность, острова и приливные отмели вдоль берегов залива, он привел к гибели около 300 тыс. человек, пострадало более 4,5 млн человек. Мегациклон «Бхола» нанес колоссальный ущерб территории тогдашнего Восточного Пакистана (нынешняя Бангладеш).

Вот некоторые из наиболее известных тропических циклонов наивысшей, пятой категории, причинившие за последние три десятка лет огромный экономический ущерб региону Северной Атлантики:

- «Эндрю» (1992 г., ущерб около \$50 млрд);
- «Иван» (1994 г., ущерб около \$25 млрд);
- «Катрина» (1995 г., ущерб около \$164 млрд);
- «Сэнди» (2012 г., ущерб около \$55 млрд);



- «Мария» (2017 г., ущерб более \$69 млрд);
  - «Ирма» (2017 г., ущерб более \$58 млрд) и др.
- В Азиатско-Тихоокеанском регионе в год происходит в среднем более 25 тайфунов. Здесь можно отметить следующие сильнейшие тайфуны последних лет, в том числе оказавшие значительное влияние на Дальневосточный регион России:
- «Рай» (декабрь 2021 г., только на Филиппинах погибло 375 человек, а пострадало более 500);
  - «Эмма» (сентябрь 1956 г., сильнейший за всю историю наблюдения тайфун, который доходил до Приморья);
  - «Ирвинг» (август 1970 г., второй по силе тайфун, доходивший до Приморского края);
  - «Джуди» (июль 1989 г., вызвал огромное количество осадков в Приморском крае);
  - «Робин» (июль 1990 г., рекордсмен по количеству осадков, выпавших за сутки);
  - «Мелисса» (сентябрь 1994 г., самый мощный тайфун по общему количеству осадков);
  - «Балавен» (август 2012 г., нанес значительный ущерб Приморскому краю, 3 тыс. жителей остались без света);
  - «Санба» (сентябрь 2012 г., самый мощный тайфун, наблюдавшийся во Владивостоке);
  - «Лайонрок» (август-сентябрь 2016 г., вызвал подтопление более 3 тыс. домов и оставил без жилья почти 9 тыс. людей);
  - «Майсак» (сентябрь 2020 г., вызвал значительный экономический ущерб в Приморье) и др.
- Наиболее мощными тайфунами из всех вышедших на Приморье были тайфуны «Эмма» и «Ирвинг» — по силе ветра, «Джуди», «Мелисса» и «Лайонрок» — по количеству осадков.

## ЗАВИСЯТ ЛИ ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ ОТ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

— **Более насущная проблема — лесные пожары. Что вы можете посоветовать для борьбы с ними?**

— Это крайне актуальная проблема, особенно для нашей страны, обладающей наибольшим лесным фондом. Подтверждение этому дает также и ситуация с природными пожарами, которая складывается весной 2022 г.

Российская академия наук и научные учреждения, находящиеся под ее научным и научно-методическим руководством (НИИ «Аэрокосмос», ИКИ РАН, ЦЭПЛ РАН, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН и др.), активно занимаются проблемами их мониторинга и исследования. По официальным данным (полученным с помощью средств космического мониторинга), предоставленным этими институтами, а также МЧС России и ФБУ «Авиалесохрана», наиболее опасные ситуации с лесными пожарами складывались на территории Республики Саха (Якутия), Хабаровского и Камчатского краев, Иркутской, Магаданской, Тюменской областей и Чукотского автономного округа. На эти регионы приходилось 93,5% от общей площади, пройденной огнем. Подобная ситуация складывалась также и весной 2022 г. в Красноярском крае.

По космическим и другим данным установлено, что на территории нашей страны площадь лесов продолжает уменьшаться (коэффициент восстановления лесных ресурсов составляет 0,95).

На основании результатов космического мониторинга проанализирована многолетняя изменчивость распределения площадей природных пожаров и вызываемых ими объемов эмиссий углеродсодержащих газовых примесей и мелкодисперсных аэрозолей для крупных регионов Российской Федерации за период с 2001 по 2021 г. Выявлена тенденция уменьшения общей площади природных пожаров на территории России в целом, а также для европейской части России и Уральского федерального округа в периоды с 2009 по 2021 г. и с 2012 по 2021 г. Установлено, что вклад Сибирского федерального округа в общие объемы эмиссий  $CO$ ,  $CO_2$  и  $PM_{2.5}$  от природных пожаров был преобладающим начиная с 2011 г. Выявлено также, что в 2021 г. объемы эмиссий от природных пожаров на территории Дальневосточного федерального округа превышали 55% от общероссийских.

Интересная особенность — в августе 2019 г. в Сибирском федеральном округе наблюдалась аномально высокая температура земной поверхности по сравнению с предыдущими десятилетиями. Несмотря на это, площадь лесных пожаров в августе уменьшилась по сравнению с июлем, что может свидетельствовать об эффективной борьбе с ними.

Исследования, проведенные НИИ «Аэрокосмос» и Институтом физики атмосферы РАН в рамках крупного научного проекта «Разработка фундаментальных основ и методов выявления аномальных процессов и явлений в океане, атмосфере и на суше, в том числе в Арктическом регионе, по данным дистанционного зондирования Земли и моделирования», показали, что сильнейшие региональные метеорологические аномалии, зависящие от глобальных изменений климата, связаны с атмосферными блокингами. Они приводят к блокированию западного зонального переноса в тропосфере средних широт. Согласно имеющимся оценкам, есть существенный риск усиления региональной блокинговой активности со значительными последствиями при продолжении глобального потепления.

По нашему мнению, для борьбы с природными пожарами, 90% которых происходят по вине людей, необходимо усовершенствовать правовые механизмы воздействия на нарушителей, проводить разъяснительную работу среди населения, а также внедрять современные подходы и механизмы предупреждения и снижения последствий этих природных опасностей прежде всего с использованием аэрокосмических методов и систем мониторинга. ■

**Беседовала Наталья Веденева**



## Н.В. Веденева

**Наталья Владимировна Веденева** — обозреватель газеты «Московский комсомолец». Более 15 лет освещает самые яркие события в мире науки и технологий. Своей любимой темой называет космическую медицину. Ею опубликовано множество интервью с корифеями этого направления науки, в частности с академиками И.Б. Козловской, А.И. Григорьевым, с ведущими исследователями поведения человеческого организма в условиях космического полета. За публикации о науке в космосе Федерация космонавтики РФ наградила журналистку медалью им. О.Г. Газенко.

Н.В. Веденева — одна из тех журналистов, кто с самого начала губительной для Российской академии наук реформы встал на сторону академиков. Она готовила материалы, критикующие вывод научных институтов из сферы влияния РАН, выступала за главенствующую роль академии в управлении наукой. Освещала деятельность таких выдающихся ученых нашего времени, как С.П. Капица, В.Е. Фортов, Ж.И. Алферов и многие другие.



ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ РАН

Академик

**Валерий Козлов:**

**«Математика — очень эмоциональная наука»**



Академик В.В. Козлов

**З**

ачем нужно объяснять дилетантам сложные научные задачи, непонятные даже некоторым профессионалам? Почему математика стоит в стороне от остальных наук? Почему отечественные математические школы — самые сильные в мире? Как нашей стране справиться с навалившимися на нее проблемами? Об этом наш разговор с академиком **Валерием Васильевичем Козловым**, вице-президентом Российской академии наук, академиком-секретарем отделения математических наук, главным научным сотрудником Математического института им. В.А. Стеклова РАН.

**— Валерий Васильевич, вы родились в деревне Костыли Рязанской области в простой семье. Как получилось, что вы стали академиком? Как поступили в школу для одаренных детей в Москве?**

— Я действительно родился в деревне и в первый класс пошел в деревенскую школу, где была одна учительница. Это начальная школа, там четыре класса. Первый и третий в первую смену, второй и четвертый — во вторую. Честно говоря, я думал, что и дальше буду там жить, поскольку был абсолютно счастлив, как все дети, которых любят.

**— Чем вы предполагали заниматься?**

— А я ни о чем не думал, когда был маленьким. Но потом мои родители переехали

в поисках адекватной работы в Подмоскowie, в Люблино. Отец мой прошел всю войну и потом работал в люблинском локомотивном депо. Начинал с кочегара на паровозе. Мне до сих пор не верится, что человек может так работать. Это очень тяжелый физический труд.

Потом он работал помощником машиниста, а когда пришли тепловозы — машинистом. Всю жизнь отец проработал на железной дороге. А мама была учительницей. Думаю, она незаметно направляла меня, чтобы я не сильно отвлекался на другие дела.

И вот в конце восьмого класса я увидел объявление о том, что физико-математическая школа при МВТУ им. Н.Э. Баумана приглашает на собеседование. Я туда поехал

вместе со своими двумя друзьями. Что интересно, на собеседовании они получили пятерки, а я четверку. Но меня тоже приняли. В результате они проучились недолго, а я окончил эту школу.

— **Почему так?**

— Там занятия проходили три раза в неделю, где-то с четырех часов до восьми вечера. Надо было после школы ездить туда из Люблина. Прямого метро тогда не было — сначала электричка, потом уже метро и еще пешком. Это было довольно утомительно. Но мне это было не в тягость.

— **А когда уроки делать?**

— Как-то успевал. Там система обучения совершенно непохожа на школьную. Лекции, практические занятия, никаких уроков. Потом экзамен. Два года пролетели быстро.

— **Почему вы не стали поступать в Бауманское училище?**

— Это была моя мечта. Все уже стало родным. Даже перед ректором, как мне говорили, поставили вопрос, чтобы отличников (а нас было четверо таких) взять без экзаменов. А он сказал: «Нет, это не полагается. Раз они такие выдающиеся, то и так поступят».

И что интересно — никто из четверых не оказался в Бауманке. Ведь экзамены в вузы были в августе. И только, по-моему, в три или четыре высших учебных заведения — в июле. В том числе в МГУ. Чего зря время терять? И я поступил. Причем сдал на отлично все экзамены. Я быстро окончил аспирантуру, защитил диссертацию. Был проректором МГУ, думал, буду всю жизнь работать в университете, но трудиться пришлось в разных местах.

— **Валерий Васильевич, вы много занимались образовательными проектами, работали с одаренными школьниками, со студентами и до сих пор имеете к этому отношение. Это потому, что сами были одаренным учеником?**

— Мне кажется, молодежь нужно любить и поддерживать. Уважительно относиться к молодым, стараться вникнуть в проблемы, которые у них есть. Когда я работал в МГУ, с большим удовольствием общался со студентами, аспирантами. У меня 30 учеников защитили кандидатские диссертации. Из них десять потом защитили докторские. Среди них есть один академик и один член-корреспондент. Оглядываясь назад, вижу, что все не зря.

— **Решение задач Пуанкаре, Пенлеве — Голубева, Чаплыгина, доказательство теоремы о неустойчивости равновесия в поле с гармоническим потенциалом... Можно**

**ли в принципе объяснить дилетанту, что все это означает? И нужно ли это делать?**

— Да, это не просто объяснить. Вообще, все это крутится, если так можно сказать, вокруг классической механики, которая основана на рассмотрении дифференциальных уравнений определенного вида. Так получилось, что мне удалось продвинуться в этих делах, хотя мои предшественники уже изъездили это поле вдоль и поперек.

— **У них не получилось, а у вас получилось?**

— Казалось бы, да. Но все равно в каждой науке есть набор важных ключевых проблем, которые пока еще в полной мере не решены. На них, как мне представляется, и стоит сосредоточивать свое внимание. Легендарный директор Математического института им. В.А. Стеклова академик И.М. Виноградов так обращался к молодежи: «Выберите какую-нибудь трудную задачу и постоянно над ней работайте. А время от времени публикуйте результаты второстепенного плана». Это нужно, чтобы доказать свою квалификацию, но всегда держать перед собой какие-то трудные задачи.

— **А если никогда не удастся их решить?**

— Это сложный вопрос, я бы даже сказал, философский. В истории математики много поучительных примеров, когда молодые люди сосредоточивались на чем-то очень важном.

Вот, например, венгерский математик Янош Бойяи, который параллельно с Н.И. Лобачевским работал над проблемой пятого постулата неевклидовой геометрии. В начале XIX в. это была одна из ключевых проблем. Он не до конца решил этот вопрос, как, впрочем, и Н.И. Лобачевский, но тем не менее все опубликовал. Современники к этим результатам отнеслись сдержанно, без особых восторгов. Пожалуй, только один Карл Гаусс, знаменитый немецкий математик, понял это по существу и связал со своими мыслями. Закончив с этой проблемой, Янош Бойяи переключился на другую амбициозную задачу — поиск способа решения алгебраических уравнений. Но оказалось, что эта задача вообще неразрешимая. А он настолько эмоционально в это погрузился, что перенапрягся, заболел и умер в молодом возрасте.

— **Видите, как опасно может быть заниматься математикой.**

— Да, здесь важно чувство меры. Наш великий математик А.Н. Колмогоров, с которым я имел счастье познакомиться на мехмате, говорил, что если есть сложная

проблема, то над ней больше двух недель думать не надо, проблем-то много, найдешь себе достойную. И что в математике очень тонкий слой между тривиальным, абсолютно понятным, и недоступным, и вот именно в этом слое рождаются великие открытия. Но он говорил о недоступном, и я это очень понимаю: есть проблемы, которые просто формулируются, но совершенно непонятно, как к ним подступаться.

**— Эта граница сужается? То, что было недоступно раньше, становится постепенно доступным?**

— Этот слой, может быть, становится более тонким, но я бы не сказал, что он исчезает. Скорее отодвигается, как вечно недостижимый горизонт.

**— Какие проблемы остаются недостижимыми в математике?**

— Одна из самых знаменитых — гипотеза Римана о нулях специальной функции, которая называется дзета-функцией Римана. Решение этой гипотезы имеет существенное значение в теории распределения простых

## Молодежь нужно любить и поддерживать. Уважительно относиться к молодым, стараться вникнуть в проблемы, которые у них есть

чисел. Она была сформулирована в середине XIX в., ей больше 150 лет. По сей день непонятно, как к ней подступаться.

Кстати, вопрос о том, какие задачи простые, а какие сложные, тоже противоречив и неоднозначен. Известно, что в начале XX в. на II Международном математическом конгрессе знаменитый немецкий математик Давид Гильберт сформулировал список нерешенных проблем, которые потом назвали списком Гильберта.

Его спрашивали, какие тут перспективы, какая из этих задач легче, какая сложнее. Он отвечал примерно так: гипотеза Римана, пожалуй, из них самая доступная и простая, у меня самого есть идеи, как ее решить; что касается проблемы Ферма, скорее всего, я доживу до того, как она будет решена, а вот два в степени корень из двух, трансцендентное число — эту задачу никогда не решат.

И что же? Буквально через пять лет после того, как он это сказал, наш российский математик Р.О. Кузьмин, член-корреспондент РАН, решил эту задачу.

**— Самую сложную?**

— По мнению Гильберта. До решения проблемы Ферма он не дожил, но ее решили совершенно удивительным путем, а к гипотезе Римана как не было подходов, так и сейчас нет. Хотя с появлением вычислительных машин, суперкомпьютеров эти нули можно вычислять последовательно со сколь угодно большой точностью. Шанс есть. Скорее всего, эта гипотеза справедлива, но нужны какие-то новые, нетривиальные подходы к проблеме.

**— Случается ли так, чтобы все эти фундаментальные гипотезы получали практический выход?**

— Случается. В прошлом году мы отметили 200-летие со дня рождения нашего великого математика П.Л. Чебышева. Он был действительно не просто талантливым, а гениальным человеком. Он разработал совершенно оригинальные концепции во многих областях, в частности связал свою теорию наилучшего приближения функций многочленами с практической задачей о конструировании, как он говорил, стопоходящих машин, когда мы механизм толкаем, а он начинает двигаться вперед, перебирая ногами. Это был прообраз современных робототехнических систем. При этом стоит поразиться тому, что Пафнутий Львович все это своими руками вырезал из дерева, конструировал, и эти удивительные механизмы демонстрировались на Международной выставке в Париже в 1878 г.

**— А ваши математические исчисления в каких-то случаях имели практический выход?**

— Отец часто задавал мне этот вопрос. Особенно после того, как я был удостоен премии Ленинского комсомола, защитил докторскую диссертацию. Он меня спрашивал: «Ты мне скажи: чем ты занимаешься?» Я пытался ему рассказать, но ему это было совершенно непонятно. И он решил, что я не договариваю чего-то и, видимо, занят какими-то очень важными закрытыми работами.

Я говорю: «А почему за эту теорию нельзя получить премию?» Он отвечает: «Нет, за эту чепуху точно нельзя».

Но если серьезно, трудно бывает рассказать про теоретические работы. Недаром в нашем институте была специально создана лаборатория популяризации математики. Скажу откровенно: это была моя идея

и не все были с ней согласны. Но я считаю, что это одна из наших важнейших задач — популярно рассказывать, чем мы занимаемся, чтобы, в частности, все понимали, куда идут средства наших налогоплательщиков.

— **Удастся объяснить?**

— Я лично с этой проблемой сталкиваюсь каждый год, когда по просьбе президента РАН А.М. Сергеева пробую объяснить как академик-секретарь суть наших лучших результатов. Он, как известно, физик и очень интересующийся человек — и искренне хочет в этом разобраться. Должен вам сказать, что это чрезвычайно сложно. Иногда удается создать иллюзию некоторого понимания, но если с первого курса мехмата не начнешь погружаться в эту конкретику, по-настоящему это понять нельзя. Мало того, и мне многое непонятно, если речь идет о тех областях математики, которыми я плотно не занимаюсь.

— **Валерий Васильевич, если речь идет о вещах, непонятных даже президенту РАН и даже вам не во всем понятных, далеко не всегда имеющих практический выход, для чего это нужно человечеству?**

— Математика — особая наука. Ее традиционно относят к естественно-научной сфере, но в действительности она в полной мере к ней не принадлежит. Такие науки связаны в первую очередь с экспериментом, и критерий истины в любой естественной науке — это эксперимент. Математика — это другое. Я бы выделил ее из всех наук. Она имеет дело с идеализированными объектами, не существующими в природе. Например, мы все время апеллируем к такому понятию, как бесконечность. У нас есть бесконечное множество, но как это себе конкретно представить, не вполне понятно.

Однако многие теоретические построения можно проверить, например, с помощью численных расчетов, и с очень большой точностью. Можно ставить численные эксперименты, хотя это не сводится к тем, о которых я говорил раньше. Математика — язык, на котором надо разговаривать с природой. Ничего другого у нас нет.

Помимо тех задач, которые поставил Гильберт, еще есть задачи, о которых говорил Анри Пуанкаре на I Международном математическом конгрессе. В рамках этих задач развивается физическая наука. Не будет математики, не будет и физики. Думаю, самое великое достижение в XX в. — создание квантовой физики и квантовой теории, которая дала человечеству микроэлектронику, транзисторы, вследствие чего мир совершенно преобразился.

Был момент, когда физики блуждали в поисках математического аппарата, чтобы выразить эти закономерности микромира. Один из пионеров квантовой теории Эрвин Шредингер пришел к тому, что теперь называется уравнением Шредингера. Это дифференциальное уравнение в частных производных. Уравнение-то он написал, а вот как его решить? Это была трудная задача для него. Он обратился к своему коллеге, математику Герману Вейлю, который с ним работал в университете. Посмотрев на это уравнение, он сказал: «Тут же все ясно: надо перейти к сферическим координатам и решить это методом разделения переменных». И случилось чудо: формулы совпали с экспериментальными данными о спектре водорода. Разве такое было бы возможно без математики?

— **Валерий Васильевич, прошли времена, когда математику для работы было достаточно ручки и листочка бумаги. Вы сами сказали, что для проверки гипотезы Римана нужны суперкомпьютеры. Но с этим сейчас, как известно, существуют большие проблемы. Вы с ними сталкиваетесь?**

**Россия — великая держава, и мы все хотим видеть нашу страну высокотехнологичной. В основе этого лежит наука, и математика тоже**

— Сталкиваемся, конечно. Мир большой, Россия — великая держава и мы все хотим видеть нашу страну высокотехнологичной. В основе этого лежит наука, и математика тоже. И вот мы должны задавать себе такой вопрос и честно на него отвечать: где мы находимся, каково наше положение в этой картине мира? Владеем ли мы соответствующими компетенциями?

Если говорить о математической науке, у нас всегда были сильные школы. Это очень важно. И средняя школа в свое время была очень хорошая, и высшая школа, и школы научные были на уровне, понимаете? Поэтому у нас всегда было много замечательных ученых, мы всегда были «сильны мозгами». Но что касается наук, которые связаны с экспериментами, в частности математического моделирования, где нужны суперкомпьютеры, наши позиции хуже.

— **Что делать в этой ситуации? Может быть, нужно создавать такие условия здесь, чтобы никто не хотел уезжать?**

— Все верно. И надо разобраться, почему так происходит.

— **Почему же?**

— Нет инструментов. Компьютеры, супер-компьютеры — это, пожалуй, самые технологичные устройства. Они стоят очень дорого. Кстати, в советское время мы же были пионерами в этом деле. У нас были прекрасные разработки, мы на равных конкурировали с США. ЭВМ были нужны для реализации атомного проекта, космической программы и многого другого.

Сегодня мы заметно отстаем. Мы, конечно, очень нуждаемся в том, чтобы у нас было такое оборудование. Нынешние обстоятельства говорят о том, что мы должны крепко подумать, по какому пути идти дальше. Раньше мы надеялись, что все купим, но теперь санкции не позволяют на это рассчитывать. Значит, по всей видимости, надо искать другие пути.

## Математика — язык, на котором надо разговаривать с природой

— **Какие?**

— Учиться рассчитывать на себя. Сейчас много говорят об импортозамещении. Мне кажется, первые шаги в этом направлении состоят в том, чтобы попытаться найти альтернативные пути, чтобы все-таки пусть дороже, но покупать необходимое технологическое оборудование, которое нам нужно.

— **И пока мы его покупаем, одновременно создавать свое?**

— Да. Без этого, к сожалению, нам не обойтись. Но вот вы сказали, что математику нужна ручка да бумага. Пожалуй, мне по-прежнему именно это и нужно. Но нужны еще книжки, журнальные статьи, и это очень важно.

— **Компьютер вам не нужен?**

— И компьютер нужен, чтобы найти необходимую мне информацию. Ходить в библиотеку по каждому поводу нереально. Нужен доступ к электронным базам данных. Кроме того, я себе не представляю, как можно заниматься математикой в одиночестве, где-нибудь на необитаемом острове.

— **А почему нет?**

— У меня бы не получилось. Это дело эмоциональное, понимаете? Нужно с кем-то

поделиться, обсудить. Тебе ответили, отреагировали. Это поддерживает тебя. Потом сделал доклад на семинаре, написал статью, отправил в журнал. Это масса эмоций, мне совершенно необходимых.

— **Валерий Васильевич, знаю, что вы могли стать научным руководителем Математического института, но отказались. Это что, скромность?**

— Думаю, это не от избытка скромности. Скажу откровенно — и рассчитываю, что мои коллеги на меня не обидятся. Сейчас принято, когда тот или иной ученый, заканчивая свою карьеру директора, переходит чуть ли не автоматически в научные руководители. И что мы очень часто видим? Дополнительные проблемы, которые возникают в связи с этим. Вот есть новый директор, так просто помоги ему. Не вмешивайся, не руководи. Я категорически не согласен с таким порядком. У нас замечательный директор, академик. Кстати, мой ученик. У него прекрасные замы. Зачем им мешать? Пусть они реализуют свое видение, а я смотрю, что у них все хорошо получается.

— **А в президенты РАН почему не пошли?**

— Этот вопрос мне и председатель правительства задавал, с которым мне довелось беседовать в администрации президента. Ответчу вам так: вот избран ты президентом академии наук. Это приятно, лестно. День хорошо, два хорошо, а на третий день, условно говоря, надо уже думать об ответственности. Как это сделать? В нынешних условиях, как мне представляется, ответ на этот вопрос найти непросто.

— **Что вы имеете в виду?**

— Я привык к такой академии наук, которая имеет не только какую-то абстрактную, общую ответственность за положение дел в науке, но и инструменты управления наукой. Раньше все было прозрачно: есть академия наук, внутри — научно-исследовательские институты, целая система, разделенная по отделениям. Мы отвечаем за уровень и состояние фундаментальных исследований в Российской Федерации. Все ясно и понятно.

А теперь за что мы отвечаем? В обществе, скорее всего, до сих пор жива точка зрения, что академия наук ответственна за состояние науки в стране. Но как мы можем за что-то отвечать, если непонятно, чем мы занимаемся? Экспертизой — смотрим отчеты, проекты, делаем какие-то замечания. Но это не тот масштаб и не тот инструмент, с помощью которого мы можем непосредственно влиять на состояние дел. Это одна из проблем, которые кажутся мне существенными.

— **Вы решили, что у вас будут связаны руки?**

— Я не очень себе представлял, да и сейчас не очень представляю, смогу ли я быть как-то полезен нашей академии в этом качестве.

— **Валерий Васильевич, а как можно говорить о том, что наша страна сумеет чего-то добиться в научном плане, если нет возможности все это делать и академия зависима от министерства?**

— Я бы не стал драматизировать. В 2013 г. были предприняты определенные шаги по реформированию академии наук, хотя, как мне представляется, если уж действовать, надо было бы совершить еще какие-то шаги, чтобы уравновесить возникшую конструкцию. К счастью, научно-исследовательские-то институты остались. Остался мой родной Математический институт им. В.А. Стеклова, где я 12 лет был руководителем и продолжаю там трудиться. Там моя душа. Остались Санкт-Петербургское отделение нашего института, Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского в Екатеринбурге, Математический институт им. С.Л. Соболева в Новосибирске и другие институты нашей академии наук. Есть замечательные университеты, в которых на высоком уровне проводятся математические исследования, в первую очередь МГУ. Это повод для оптимизма. Мы можем реализовать свои амбициозные замыслы.

Но все-таки мне кажется, при всем уважении к Министерству науки и высшего образования, что оно не может в полной мере осуществлять руководство деятельностью этих институтов. Академия наук стоит в стороне, осуществляя общее научно-методическое руководство всеми научными исследованиями Российской Федерации, что, сказать откровенно, звучит красиво, однако я не очень понимаю, как это все сделать конкретно. Есть проблемы.

— **Как вы думаете, получится их решить?**

— Должно получиться. Что касается математических исследований, у нас есть талантливая молодежь и это главное. Это не общие слова. Мы только что провели выборы в профессора Российской академии наук. Пять человек избрали, хотя достойных существенно больше. Сейчас предстоят выборы в члены РАН. Членов-корреспондентов у нас 20 человек на одно место. Это серьезный конкурс. Надеюсь, из большого числа возможностей мы сделаем правильный выбор, но это непросто. Хотя очень хорошо, что нам есть из кого выбирать. Именно это и дает мне повод смотреть в будущее с надеждой.



## Н.Л. Лескова

**Наталья Леонидовна Лескова** родилась и выросла в подмосковном наукограде Королеве, в семье профессора физики, который руководил большим отделом в ЦНИИмаш — головном предприятии ракетно-космической отрасли. В детстве стала юнкором, публиковала свои репортажи и интервью и уже тогда была уверена, что станет журналистом.

Окончила факультет журналистики МГУ и прошла большую школу новостной журналистики — работала в отделах новостей областных и федеральных СМИ, таких как «Комсомольская правда», «Известия». Последние 20 лет занимается научной журналистикой, сотрудничая с научно-популярными изданиями — «В мире науки», «Наука и жизнь», «Знание — сила» и др. В редкое свободное время пишет книги — как для взрослой аудитории, так и для детей и подростков. Издает книги отца и занимается пропагандой его научного наследия. Многодетная мама.

А еще у меня есть личные научные планы и задачи, которые хотелось бы решить. И это тоже повод для оптимизма. ■

**Беседовала Наталья Лескова**



Академик

# Андрей Адрианов:

## «Будущее человечества зависит от океана»

Чем важна экспертиза академии наук и почему морскому биологу важно ходить в море; какая техника приходит на смену обитаемым глубоководным аппаратам; почему международное сотрудничество необходимо в морских исследованиях, что такое «голубая аптека» и почему Мировой океан изучен меньше, чем ближний космос? Об этом рассказывает академик **Андрей Владимирович Адрианов**, вице-президент Российской академии наук, научный руководитель Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения РАН.



Академик А.В. Адрианов

**— Андрей Владимирович, насколько я понимаю, научное руководство центром морской биологии для вас очень важная ипостась. После окончания МГУ вы сознательно уехали на Дальний Восток, чтобы заниматься морской биологией. Почему именно туда?**

— Действительно, большую часть жизни я провел на Дальнем Востоке. Да и сейчас все связи сохраняются, участвую в морских исследованиях. В советское время, в условиях системы распределения выпускников студенты, оканчивающие вузы с красным дипломом, имели возможность выбирать, куда ехать работать. Еще будучи студентом, а потом и аспирантом МГУ, я успел побывать на многих морях нашей страны, участвовал в экспедициях. Во время обучения получил квалификацию водолаза-совместителя. И когда встал вопрос, на какие моря нашей морской державы ехать работать, выбор пал на Дальний Восток. Огромный Тихий океан, удивительное разнообразие морской биоты, сильные научные институты. У меня уже были контакты с учеными-дальневосточниками, вместе работали в морских экспедициях. В общем, я недолго размышлял над этим выбором.

**— Как вам удается жить в Москве, работать в академии наук и одновременно осуществлять научное руководство на Дальнем Востоке?**

— Это не административное руководство, требующее регулярного присутствия

в огромном научном центре, за который полностью отвечаешь. Функции научного руководителя в значительной степени могут осуществляться дистанционно. Речь идет о научном планировании, обсуждении крупных научных тем, проектов и программ, в которых участвует или мог бы участвовать центр. Практика показывает, что с использованием современных технических средств можно многое делать дистанционно.

**— Хотя разница во времени, наверное, составляет некоторое неудобство.**

— Нет, я уже привык. Нередко приезжаю сюда, на Ленинский, 14, часов в семь утра, чтобы прочитать лекции студентам Дальневосточного федерального университета. Дистанционные средства связи позволяют это делать. Мы все во время пандемии в этом хорошо попрактиковались, когда большинство мероприятий даже в пределах Москвы проходили в режиме ВКС. Однако несколько раз в год я обязательно езжу на Дальний Восток.

**— А зачем?**

— Есть вопросы, которые лучше решать в прямом общении. Плюс работа в лаборатории, работа с живым материалом. Не все можно сделать удаленно.

**— А может быть, вам не хватает природы, океана, морских организмов, которыми вы занимаетесь всю жизнь?**

— Конечно, моря не хватает. Но ведь и с тех пор как я стал директором, практически не стало возможностей самому

ходить в морские экспедиции. Научная работа в основном завязана на лабораторные исследования. А с живыми морскими обитателями можно работать на нашей морской биологической станции на берегу Японского моря.

Что касается природы, для меня родные и средняя полоса России, и Дальний Восток. Я ведь родом из Ярославской губернии. Когда был директором во Владивостоке, приходилось часто летать в столицу. За десятилетия организм адаптировался. Хорошо себя чувствую после перелетов в обе стороны. Наблюдаю, что многим моим коллегам это дается сложнее. Например, моим друзьям дальневосточникам, привыкшим к холодным, но солнечным зимам, в Москве с ее низким зимним небом не хватает света. Адаптация организма к часовой разнице занимает несколько дней. Мне гораздо легче. В течение года мои командировки на Дальний Восток довольно короткие, но вот летом обязательно еду туда на несколько недель, чтобы иметь возможность поработать с живым материалом. Это обязательно.

— **Андрей Владимирович, правильно ли я понимаю, что ваши возвращение**

**в Москву, работа в академии наук продиктованы в том числе и тем, что вы хотели больше сделать для Дальнего Востока в научном плане?**

— В значительной степени да. У нас так устроено, что многие жизненно важные для развития науки решения принимаются здесь, в столице, где сосредоточены и распределяются финансовые средства на научные исследования. Можно приносить пользу и работая на площадке института или научного центра, и в Москве, на площадках, где принимаются важные для судьбы науки решения, в том числе и поддерживая интересы наших регионов. И здесь, конечно, речь не только о нашем национальном научном центре.

— **Какие интересы дальневосточных институтов вам удалось продвинуть, находясь здесь?**

— Дальневосточные научные и образовательные организации участвуют в целом ряде крупных программ и проектов, которые рождались и продвигались в Москве, но направлены в том числе и на решения многих важных региональных проблем. Это крупные проекты по приоритетам,



Приморский океанариум во Владивостоке, вид со стороны главного входа.



**Обитатели Приморского океанариума**

1. Тихоокеанский осьминог Дофляйна (*Enteroctopus dofleini*).
2. Танцы со скатами.
3. Байкальские нерпы.

утвержденным президиумом РАН, — так называемые стомиллионники; это проекты в рамках программы «Приоритет-2030»; проекты по проблемам экологической безопасности Камчатки, группа проектов по исследованию ресурсов Антарктики; консорциумы в рамках новой ФНТП в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений и т.д.

Участие в работе различных комиссий и советов высокого уровня, в том числе на площадках органов исполнительной и законодательной власти, позволяет продвигать и отстаивать актуальные направления развития науки. В рамках своих компетенций тоже стараюсь это делать.

**— Много слышала о дальневосточном Приморском океанариуме, который был открыт благодаря и вашим усилиям. В чем его уникальность?**

— Это было государственное решение. А наш институт выполнял научное сопровождение этого проекта, отвечал за его концепцию. Хотелось, чтобы это был научно-образовательный, эколого-просветительский и культурно-воспитательный объект в области морской биологии. Мы хотели достичь такой гармонии, чтобы органично сочетать возможность заниматься наукой, когда под одной крышей собраны пять океанов, и использовать уникальный потенциал этого

объекта для образовательного процесса. Ведь рядом расположен Дальневосточный федеральный университет — партнер нашего Дальневосточного отделения РАН.

Кроме этого, очень важна просветительская функция объекта — показать людям, насколько разнообразны населяющие Мировой океан организмы. Но, несмотря на все свое величие, и океан, и его обитатели нуждаются в бережном к себе отношении, сохранении для будущих поколений.

Концепция этого океанариума заключается в том, что вы получаете не только эстетическое удовольствие от того, что видите пестрый коралловый риф, завораживающую бездну или самых необычных морских обитателей, но и научную информацию обо всех этих объектах в разнообразной и доступной форме.

И еще очень важный нюанс. Когда вы идете в далекую экспедицию, собираете самую разную морскую живность, вы должны сохранить этот материал, привезти его для дальнейших лабораторных исследований. Это уже не живой материал, он зафиксирован особым образом, заморожен. А ведь для многих исследований — молекулярно-биологических, генетических, биохимических, фармакологических — вам не нужен целый организм, бывает достаточно крошечного кусочка ткани, волоска, чешуйки. Нет необходимости губить целый организм — можно взять нужный фрагмент биологического материала без вреда для морского обитателя, а он будет продолжать плавать в аквариуме и радовать посетителей.



Наше общество не избаловано такими зрелищами, как океанариумы. Не все могут арендовать яхту, заниматься дайвингом на коралловых рифах или в арктических морях, чтобы наблюдать за морскими обитателями в природной среде. Чтобы показать их детям, едут в зарубежные океанариумы. Хорошо, если такие возможности появляются и в России.

— **Брала интервью у профессора-биолога из МГУ, который считает, что океанариумы, дельфинарии в нашей стране — это абсолютное зло, потому что в большинстве случаев животные содержатся в страшных условиях и используются только для наживы. У вас все иначе?**

— Действительно, есть случаи, когда в коммерческих, особенно в так называемых передвижных дельфинариях животные содержатся в ужасных условиях и служат лишь источником обогащения. Помимо питания и требований к водной среде, для морских млекопитающих очень важно соотношение объемов и площади аквариумов или жилых танков и линейных размеров животных. В дельфинарии Приморского океанариума эти соотношения максимальные не только в России, но и в мире. Приморский океанариум — высокотехнологичный объект, где для обитателей морей и рек подобраны условия, максимально приближенные к их природной среде обитания.

— **Какие еще направления вашей деятельности в президиуме РАН, помимо поддержки дальневосточной науки, вы считаете важными?**

## Приморский океанариум — высокотехнологичный объект, где для обитателей морей и рек подобраны условия, максимально приближенные к их природной среде обитания

— В мои обязанности входит курирование региональной политики и региональной деятельности РАН, а также экспертной работы нашей академии в рамках научно-методического руководства научными и образовательными организациями страны, выполняющими научные исследования за счет бюджетных средств, независимо от ведомственной принадлежности. Экспертиза РАН сейчас очень важна для страны. Необходимо проводить оценку, насколько эффективны расходуются ограниченные бюджетные средства, которые выделяются на научные исследования; на какие проекты они идут, какова отдача от этих проектов. Академией определены приоритеты научных исследований, необходимые и востребованные в современных условиях.

До реформы 2013 г. академические институты были подведомственны Российской академии наук, которая по отношению к ним была

и учредителем, и главным распорядителем бюджетных средств. Сейчас эти институты, как и большинство вузов, подведомственны Министерству науки и высшего образования РФ. Функции РАН по координации научных исследований на всем российском пространстве существенно ослабли. Но экспертиза частично возвращает академии эту координирующую роль и влияющие на деятельность научных организаций.

У РАН нет подведомственных научных организаций, нет формальных конфликтов интересов при осуществлении такой экспертизы, которая сейчас охватывает подведомственные организации более 40 федеральных органов исполнительной власти и Правительства Российской Федерации.

## Формирующийся корпус экспертов РАН включает не только около 2 тыс. членов академии и более 500 профессоров РАН, но и ведущих ученых из самых разных организаций, в том числе вузов, ведомственных научных организаций, госкорпораций

Очень важен и вопрос компетенций. Формирующийся корпус экспертов РАН включает не только около 2 тыс. членов академии и более 500 профессоров РАН, но и ведущих ученых из самых разных организаций, в том числе вузов, ведомственных научных организаций, госкорпораций. Де-факто это национальный корпус экспертов Российской Федерации. Все они прошли серьезный отбор, проверку на соответствие квалификационным критериям. Сейчас это около 5 тыс. ученых, но в перспективе такой национальный корпус может вырасти в три-четыре раза.

— **Как эта экспертная система работает?**

— Это действительно система. Объекты экспертизы — тематика исследований, отчеты, программы развития организаций и др. — поступают в Информационно-аналитическую систему РАН (ИАС РАН) из государственной информационной системы ЕГИСУ НИОКТР. Далее Управление научно-

методического руководства и экспертной деятельности РАН через элементы системы ИАС по кодам-классификаторам направляет объекты экспертизы в соответствующие отделения РАН. А некоторые особые объекты экспертизы поступают в специальные группы при Экспертном совете РАН или в специализированные научные советы при президиуме академии.

Далее координаторы в отделениях или экспертных группах через элементы системы направляют эти объекты экспертам РАН. Все происходит очень быстро, никакой бумаги. Эксперты имеют свои личные кабинеты и электронные подписи. На каждый объект экспертизы получают не менее двух заключений экспертов и финальное сводное заключение отделения или совета, которые квалифицированными электронными подписями визируют академики-секретари или уполномоченные лица.

Есть и специальные объекты экспертизы, требующие привлечения большого количества экспертов. Экспертиза РАН за электронной подписью профильного вице-президента РАН поступает в ЕГИСУ НИОКТР. То есть, что очень важно, заказчик, например федеральный орган исполнительной власти, получает институциональную экспертизу высшего экспертного органа страны.

Система позволяет анализировать очень большое количество объектов экспертизы; видеть пересечения тем, уровень их финансирования, проводить сравнения эффективности работы различных коллективов и организаций. И государство через свою систему ЕГИСУ НИОКТР благодаря экспертизе РАН может видеть, куда и на что идут бюджетные средства для научных исследований, с какой эффективностью они расходуются.

— **Удается быть всегда объективными?**

— Можно добиться объективности, полностью исключая конфликт интересов. Это позволяет привлечь большое количество ученых в корпус экспертов РАН. Да и ИАС РАН помогает по очень многим параметрам автоматически контролировать возможные конфликты интересов. В систему заложены и алгоритмы ее совершенствования.

— **А вам не кажется, что это полумеры? Можно ли эффективно решать все эти проблемы, если академия зависима от министерства, где нет ученых?**

— За министерство говорить не буду, это все-таки другое ведомство, с которым надо выстраивать рабочие отношения. Сейчас мы говорим о том, как эти задачи решает

Российская академия наук. Экспертиза — это часть научно-методического руководства РАН. Сейчас очень важная часть этой деятельности — сориентировать научные организации в выборе тематики и определении векторов развития на самые перспективные, востребованные обществом и нужные стране направления исследований, особенно в новых условиях.

— **Давайте скажем об этих изменившихся в последнее время условиях. Насколько это ударило по научной деятельности, какой вы здесь видите выход?**

— Конечно, ударило. Наука интернациональна. Ученые должны взаимодействовать друг с другом, сотрудничать, и так было всегда, несмотря на сложности в политических взаимоотношениях между странами. Научная дипломатия всегда играла свою роль, даже во времена железного занавеса.

Никогда не было прямого государственно-го запрета на взаимодействия ученых в гражданской науке. То, что происходит сейчас, когда некоторые страны официально вводят запрет своим ученым на любые — повторю, любые! — контакты с российскими коллегами, — это нонсенс. Но в условиях государственного финансирования и довлеющего общественного мнения наши зарубежные коллеги вынуждены подчиняться этим запретам.

— **Впервые в истории такая ситуация?**

— Да, в такой форме, насколько я знаю, впервые. В истории бывали случаи, когда отдельные страны вводили такие запреты по отношению к мировому научному сообществу. Но нынешняя ситуация — это что-то маргинальное.

— **Вы лично столкнулись с последствиями?**

— Да, наш центр столкнулся, когда наши замечательные партнеры из нескольких европейских стран, с которыми мы всегда хорошо сотрудничали и запланировали в этом году совместные морские экспедиции, информировали нас с большим сожалением о решении своих правительств прекратить с нашей страной любые научные контакты. Безусловно, в контексте этих сообщений, между строк, звучит глубокое сожаление.

— **Андрей Владимирович, а что для вас важнее — работа в академии или научная деятельность?**

— Конечно, всегда хочется достичь какой-то гармонии, иметь возможность сочетать разные виды деятельности, которые на самом деле связаны между собой. Интересна и работа в академии. Но как морскому биологу мне

все-таки важно хоть иногда «окутать голову в воду», работать с живыми объектами.

— **Сейчас технический уровень в морской биологии таков, что погружаться под воду с глубоководными аппаратами необязательно — есть роботы, которые могут сделать эту работу с не меньшим успехом.**

— Да, сейчас появились новые робототехнические средства, способные полностью заменить человека под водой. Открываются новые возможности изучения и освоения океанских глубин. Подводные роботы становятся нашими глазами и руками, а искусственный интеллект помогает в принятии решений.

— **Вы сравниваете Мировой океан с космосом, говорите, что это целая вселенная, не менее богатая и такая же малоизученная. Это не преувеличение?**

**Никогда не было прямого государственного запрета на взаимодействия ученых в гражданской науке. То, что происходит сейчас, когда некоторые страны официально вводят запрет своим ученым на любые контакты с российскими коллегами, — это нонсенс**

— Для меня нет, не преувеличение. Я в свое время считал, сколько людей у нас опускались на морское дно в самых глубоких точках океана и сколько летали в космос. Сейчас статистика такая: на дно Марианской впадины в обитаемых подводных аппаратах опускались семь человек, три из которых — китайские пилоты. А в космос уже слетали 580 человек. Довольно красноречивые цифры.

Наши знания о жизни в самых глубинах океана — это несколько уколов булавкой в большую скатерть. О ближнем космосе мы реально знаем гораздо больше. У нас спутниковые группировки исчисляются десятками и сотнями крупных и маленьких летательных аппаратов из разных стран, обеспечивая нам комфортную жизнь в техносфере.

— **Космос нам нужен, например, для того, чтобы обеспечивать связь. А океан для чего?**

— Космос нам много для чего нужен. Но именно от океана зависит будущее человечества. Во-первых, океан — это самая главная транспортная артерия на планете. Еще десять лет назад 80% объемов всех грузоперевозок в мире проводились морским транспортом, а сейчас, наверное, около 90%. Во-вторых (а может, и во-первых), океан — основной регулятор климата на нашей планете, от него по большому счету зависит то, что наша планета обитаема.

В океане сосредоточены колоссальные минеральные и биологические ресурсы. Это будущее человечества в условиях ограниченности ресурсного потенциала суши. Уже сейчас, чтобы накормить человечество, мы вынуждены прибегать к генетическим технологиям. А человечество растет и к середине столетия достигнет численности более 9 млрд. Уже сейчас ни в чем себе не отказывает только «золотой миллиард» и остается огромное количество людей, которые недоедают.

А океан при рациональном использовании его ресурсов способен прокормить человечество. Это жизненное пространство, на два

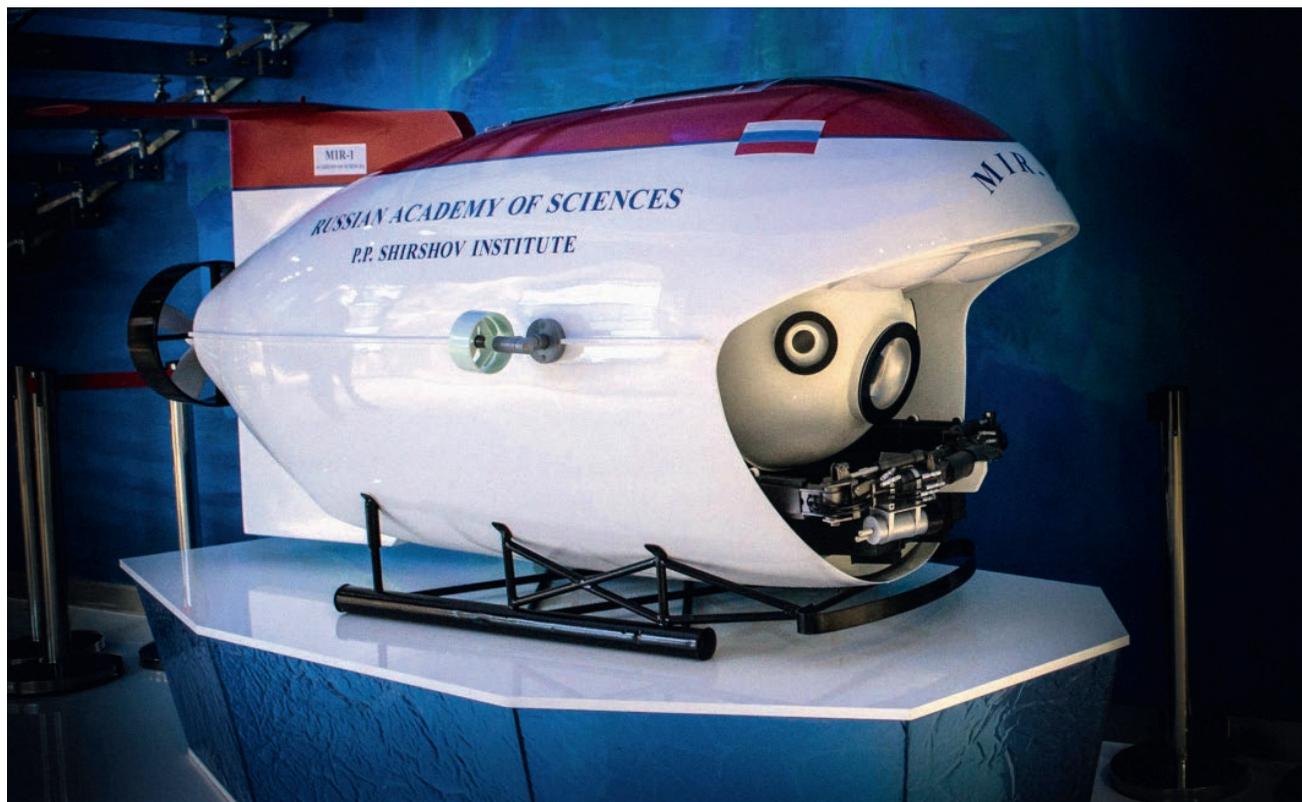
порядка превышающее жизненное пространство на суше, ведь его средняя глубина, при огромной площади, около 3,7 тыс. м. И весь этот гигантский объем насыщен жизнью.

— **У меня возникла совершенно фантастическая идея: а нельзя ли человечество переселить под воду, как капитан Немо? Ведь сколько еды и пространства!**

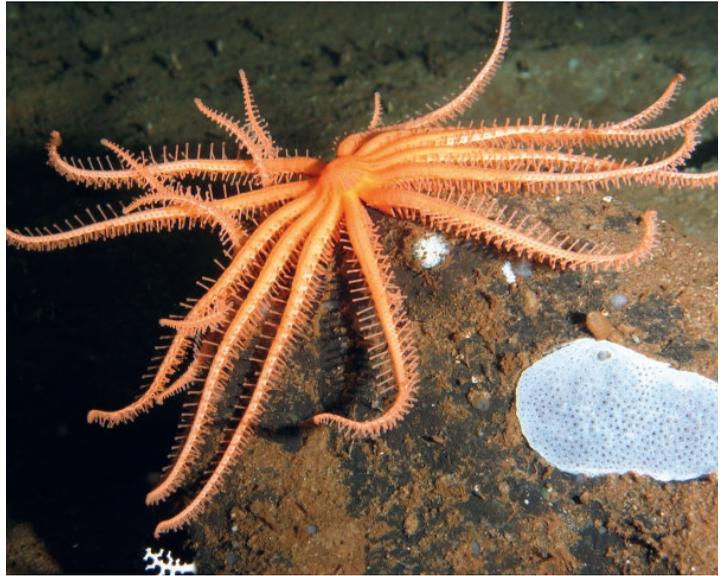
— Пока, наверное, не надо. Человеку как существу с генетической памятью, вышедшему из бескрайних африканских саванн, нужен определенный объем жизненного пространства. Мы только что прошли пандемию, многие были в изоляции, и по себе знаем, как некомфортно чувствует себя человек в очень ограниченном пространстве. А создать достаточно просторные условия для жизни под водой, чтобы были не только квартиры, но парки, имитация рек и лесов — это трудно себе представить.

— **Пока трудно.**

— Думаю, это и технически невозможно. Человечество еще не созрело до такого уровня. Построить какие-то сферы на морском дне и подержать там человека полгода-год мы можем. Но переселяться туда рано, да и вряд ли мы куда-то будем мигрировать с поверхности этой планеты.



Приморский океанариум. Экспозиция, посвященная обитаемым подводным аппаратам.



*Асцидия Халоцинтия бугорчатая (Halocynthia roretzi) из Японского моря (слева); глубоководная звезда-бризингида Хименодискус (Himenodiscus ochotensis), Охотское море, глубина 1,5 тыс. м (вверху)*

— **А как же лунная и марсианская программы, многочисленные экзопланеты?**

— Изучать — да. Переселяться, даже в отдаленном будущем, на мой взгляд, утопия. Время жизни биологического вида ограничено, и человечество, скорее всего, закончит свои дни на этой брэнной планете, пусть, к счастью, это будет нескоро. Да и вряд ли мы куда-то далеко улетим, если учитывать уязвимость сложных биологических объектов при космических путешествиях.

А океан — вот же он. Давайте его изучать. Его ресурсы огромны и при рациональном использовании обеспечат человечество всем необходимым.

— **Очень важная оговорка — «при рациональном использовании». Если мы пойдём на дно морское, потревожим курильщички, эту удивительную биоту, то может нарушиться экологический баланс.**

— Можно тревожить, но аккуратно. Если что-то брать, то без ущерба природным экосистемам. А для этого надо изучать, насколько устойчива популяция конкретного ресурсного вида, какой ресурс и запас, как быстро этот ресурс восстанавливается. И исходя из этого понимать, сколько можно взять без ущерба, чтобы и потомкам осталось.

Помимо биоресурсов, океан — это огромные запасы минеральных ресурсов, углеводородов. Около 70% всей нефти находятся на шельфе и континентальном склоне — значительно больше, чем на суше.

**Время жизни биологического вида ограничено, и человечество, скорее всего, закончит свои дни на этой брэнной планете, пусть, к счастью, это будет нескоро. Да и вряд ли мы куда-то далеко улетим, если учитывать уязвимость сложных биологических объектов при космических путешествиях**

Газогидраты — практически неограниченный по своему объему энергоресурс. Железомарганцевые конкреции, кобальтоносные марганцевые корки, глубоководные полиметаллические сульфиды с ценнейшими редкоземельными элементами. Кобальта, в котором так нуждается наша техносфера, в океане в десятки раз больше, чем на суше. И человечество уже тянется, чтобы эти ресурсы разделить. Начинается активная добыча ценных минеральных ресурсов и в океанских глубинах. На дне уже копошатся

огромные подводные «комбайны», «экскаваторы», «тракторы», похожие на персонажи из фантастических фильмов о войнах машин, под гусеницами которых остается пустыня.

Приведу вам один пример. Наш центр в рамках одной из серий глубоководных экспедиций при помощи подводных роботов изучает Императорский хребет в Тихом океане. Это протянувшаяся на многие сотни километров цепь подводных гор и гайотов. Склоны некоторых из них покрыты кобальтоносными корками, мощность которых вполне обеспечит рентабельную добычу.

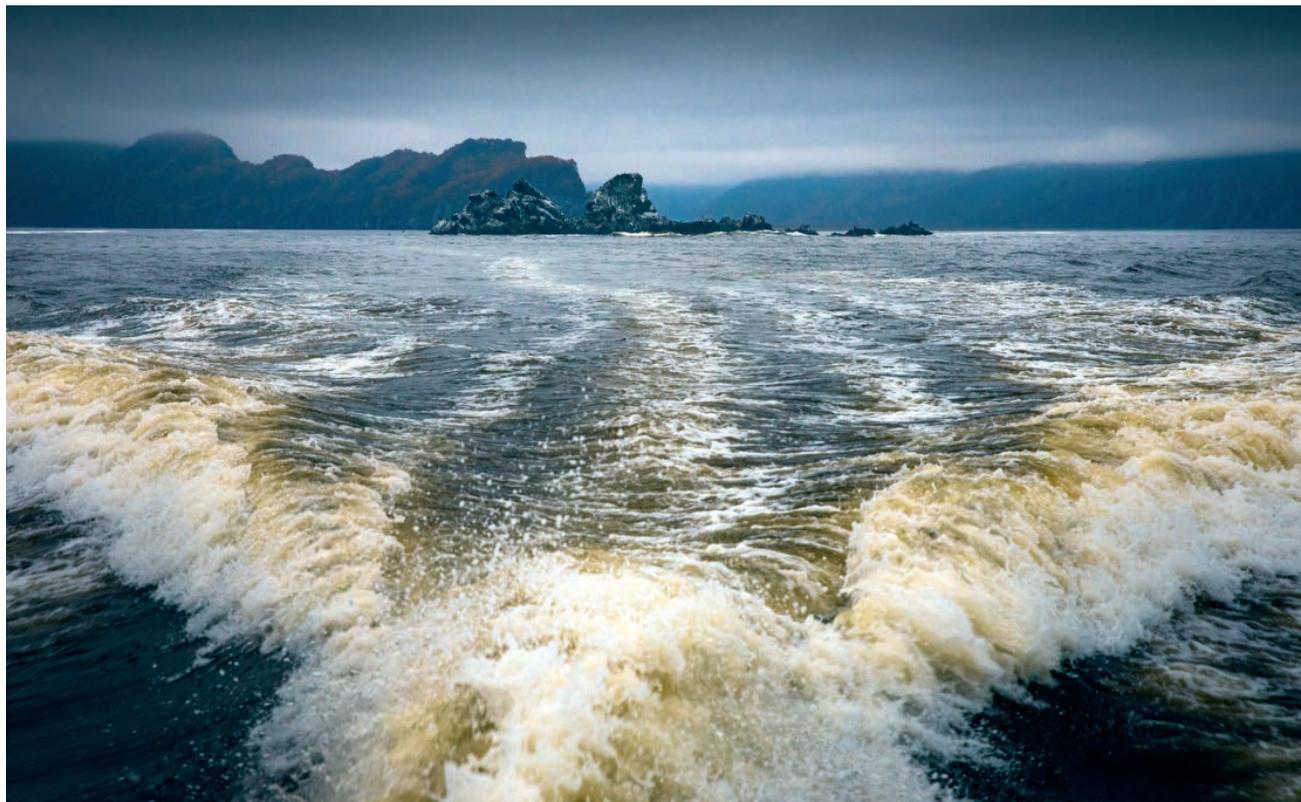
Но на этих корках и выходах лавы растут фантастической красоты коралловые сады, целый лес глубоководных восьмилучевых кораллов. Растут они очень долго, сотни и тысячи лет. Сады из кораллов и луга из глубоководных губок привлекают огромное количество морской живности, в том числе ценных глубоководных рыб. Это международный район активного рыболовства. Там много кто ловит, в том числе и Россия. Хорошо, что ловят ярусами, не донными тралами.

Вот вечный вопрос: что делать? Если вам нужен кобальт — пожалуйста, придите и возьмите. Но вы подорвете рыбный промысел и погубите этот уникальный коралловый лес.

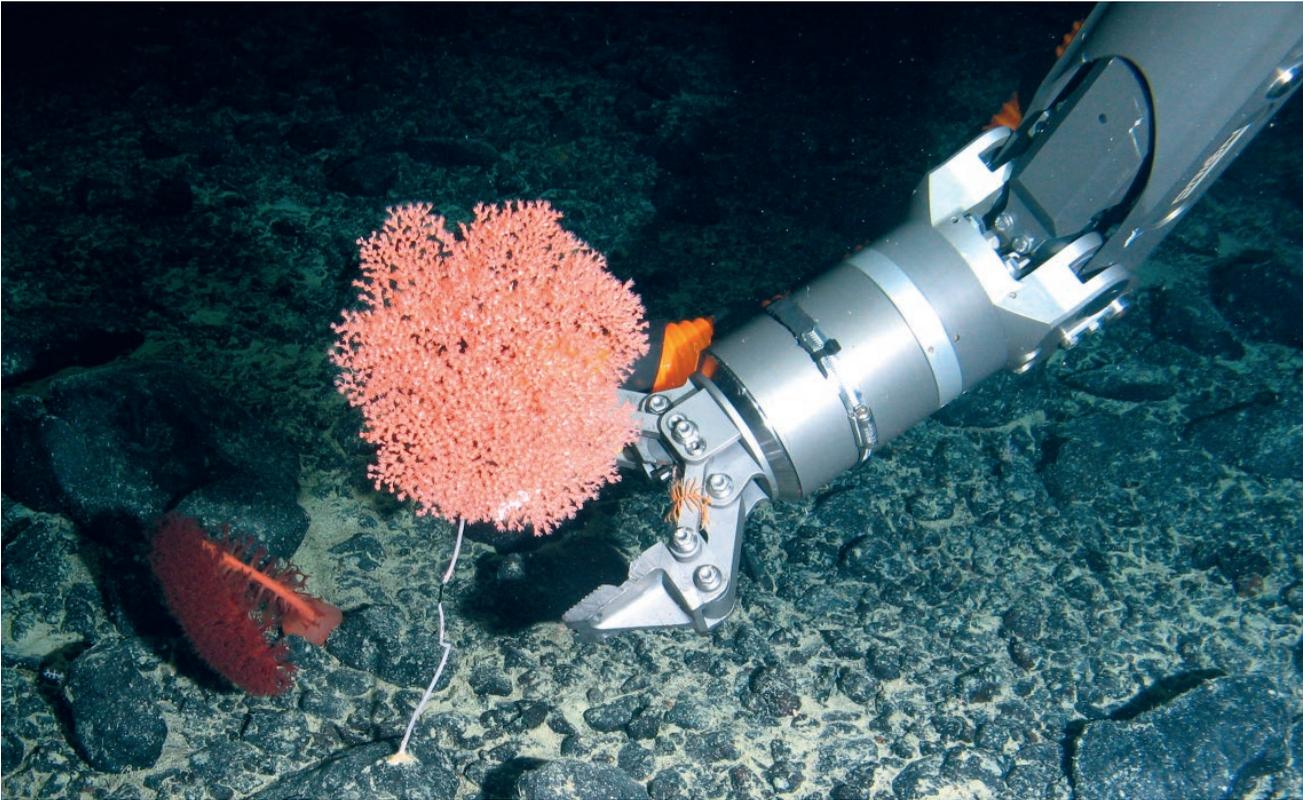
Но если вы будете сохранять этот коралловый лес и его биоту, то у вас не будет кобальта. Конечно, давайте сохраним этот лес, дадим ему природоохранный статус международного охраняемого района, но тогда никакой рыбной ловли здесь уже не будет. Все это непросто, должны быть расчеты. Нужен осознанный выбор, нужна та самая научная экспертиза.

**— Андрей Владимирович, читала, что на дне морском можно также добывать онкопротекторы, новые антибиотики, другие лекарства. Это правда?**

— У всякой живности, в том числе и у нас с вами, есть масса так называемых вторичных метаболитов — веществ, которые мы выделяем для регулирования наших физиологических процессов. Это биологически активные вещества. И очень часто эти биологически активные вещества можно использовать для создания новых лекарственных препаратов, например противоопухолевых средств и антибиотиков. Вот сейчас у нас огромная проблема бактериальных инфекций, на которые вообще ничего не действует. Антибиотиков у нас десятки и сотни наименований, а эффективно работают только несколько. Почему? Бактерии к ним привыкли, они вообще



Массовое «цветение» динофлагеллят из рода Карения (*Karenia*) у побережья Камчатки осенью 2020 г.



Сбор глубоководных кораллов для фармакологических исследований

универсальные существа, которые есть везде, все могут и привыкают ко всему.

— Так возникает антибиотикорезистентность.

— Да, это одна из главных проблем современной медицины. Откуда мы берем антибиотики? Из бактерий, грибов, некоторых других существ. У них нет ни зубов, ни когтей, чтобы бороться друг с другом за жизненное пространство и ресурсы. Для такой борьбы они выделяют химические вещества, способные убивать конкурентов. Эту колоду мы перетасовали много раз. Патогенные бактерии уже привыкли к этому арсеналу. А там, на дне морском, огромное разнообразие бактерий и грибов, тоже продуцирующих биологически активные соединения, к которым у нашей болезнетворной биоты еще нет резистентности. Вот он, источник новых антибиотиков.

Но не только их. Выясняется, что многие глубоководные организмы не имеют онкологических заболеваний. Возможно, природа не заложила в них этот эволюционный механизм или есть какое-то биохимическое регулирование подобных процессов. Действительно, оказывается, что около 75% всех биологически активных соединений, выделенных из глубоководной биоты, обладают

## Изучая физиологические и биохимические особенности глубоководных организмов, мы придем к новым важным открытиям

противоопухолевой активностью. Из них уже получены ценные химические соединения, перспективные для создания новых лекарственных препаратов.

Да и живут, как выясняется, глубоководные организмы очень долго. Многие глубоководные рыбы живут более ста лет, некоторые моллюски — сотни лет, глубоководные кораллы — столетиями. Возможно, изучая физиологические и биохимические особенности этих организмов, мы придем к новым важным открытиям. А зеленую аптеку, к которой мы сейчас привыкли, заменит аптека голубая. ■

**Беседовала Наталья Лескова**

ИСТОРИЯ НАУКИ

# Хранилище времени



С 1728 по 1789 г. в здании Кунсткамеры располагалась Канцелярия академии наук (справа). В настоящее время здесь находится Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН. Здание академии наук в Санкт-Петербурге (вверху), построено при Екатерине II в 1783–1789 гг.

«Главнейшие обязанности Академии следуют из самой цели ее назначения, общей со всеми академиями и учеными обществами: расширять пределы знаний человеческих, усовершенствовать науки, обогащать их новыми открытиями, распространять просвещение, направлять, колико возможно, познания ко благу общему, приспособляя к практическому употреблению теории и полезные следствия опытов и наблюдений...»

Так написано в утвержденном Александром I Регламенте (Уставе) Императорской Академии наук 1803 г., подлинник которого хранится в Санкт-Петербургском филиале Архива РАН, как и другие раритеты истории российской науки.





Член-корреспондент РАН  
И.В. Тункина

**О**

ткуда ведет свою историю архив Российской академии наук? Почему он старше самой академии? Когда и в связи с чем он был разделен между Санкт-Петербургом и Москвой? Об этом и многом другом рассказывает директор Санкт-Петербургского филиала Архива РАН член-корреспондент РАН **Ирина Владимировна Тункина**.

— **Ирина Владимировна, мультимедийная выставка, посвященная истории Российской академии наук и ставшая первым этапом празднования ее 300-летия, включает уникальные артефакты, представленные Санкт-Петербургским филиалом Архива РАН. В частности, на нас произвели большое впечатление урны для голосования. Этот номер журнала выходит накануне общего собрания членов РАН, на котором пройдут очередные выборы. Расскажите, пожалуйста, об этих урнах: какой это период и как они попали в ваше хранилище?**

— Урны относятся к эпохе Александра I, когда в искусстве господствовал стиль ампир. Утвержденный в 1803 г. императором регламент провозгласил академию наук «первым ученым обществом» в Российской империи. Эти урны хранились в главном

здании Императорской Академии наук, построенном Джакомо Кваренги по заказу императрицы Екатерины II, на современной Университетской набережной, д. 5. Здесь до перевода в Москву в 1934 г. работало административное руководство академии наук и до 1927 г. функционировал академический архив. В процессе архивной реформы академии наук, последовавшей сразу за «академическим делом» (*сфабриковано ОГПУ в 1929–1931 гг. в Ленинграде против группы ученых академии наук. — Примеч. ред.*), эти раритеты были переданы в наш архив. Атрибутами для голосования при избрании новых членов были белые и черные деревянные шары, две урны, одна с табличкой «Голос» — для голосования. Неиспользованный шар опускали во вторую урну. Белый и черный шары подавались академикам на клейменных серебряных тарелочках

работы немецких мастеров, на одной изображена аллегория «День» (для белого шара), на другой «Ночь» (для черного). Каждый академик брал белый и черный шары, белый при положительном мнении о кандидате вбрасывал в урну «Голос», лишний шар бросал во вторую урну, на которой нет украшений. Это подлинные урны для голосования. Помните крылатое выражение «поддать черняка», то есть провалить кого-то на выборах? Отсюда оно и пошло.

— **Они всегда находились у вас в архиве?**

— В ходе архивной реформы в АН СССР, когда избавлялись от всего, связанного с царским режимом, включая живописные портреты академиков — членов императорской семьи, вельмож, духовных лиц, — многие артефакты по истории науки было посланы в наш архив. Например, у нас хранится бронзовый бюст основателя академии Петра I, который находился в главном здании академии. Мраморный бюст основателя Пулковской обсерватории императора Николая I относительно недавно мы вернули в Главную астрономическую обсерваторию РАН. Архив всегда выполнял функцию музея академии наук. У нас хранится огромное количество академических печатей, медалей в честь памятных событий, гравированных досок XVIII–XIX вв., с которых печатались иллюстрации для трудов академии, планов и рисунков зданий и т.д.

— **А регламенты тоже у вас хранятся?**

— У нас представлены все подлинные регламенты академии с момента основания, подписанные императорами, и другие важнейшие документы по истории науки. Так, в архиве хранится указ Анны Иоанновны об академической печати 1735 г., которая использовалась в академии в 1735–1799, 1908–1917 гг. В проекте положения об учреждении Академии наук и художеств, рассмотренном Сенатом 24 января 1724 г., говорилось об одновременном основании академии, университета и гимназии, поэтому сейчас академическая печать в частично измененном виде служит гербом Санкт-Петербургского государственного университета. «Регламент Академии наук и художеств в Санкт-Петербурге» 1747 г. — это первый официальный устав, утвержденный императрицей Елизаветой Петровной. Регламент 1803 г. богато оформлен золотым и серебряным шитьем с вензелем Александра I. Каллиграфическим почерком на пергаменте написан не только устав академии, но и примерный штат, заверенный подписью: «Быть по сему. Александр».

— **Наверное, по этим регламентам можно проследить, как развивалась академия наук?**

— О трехвековой истории академии наук написана масса книг. Основное отличие нашей академии от европейских состоит в том, что это не столько клуб ученых, сколько государственное учреждение (в советское время — междисциплинарная сеть институтов), финансируемое государством. Соответственно, власть ставила задачи перед наукой, в частности о необходимости изучения территории и естественно-научных богатств страны, которые академия успешно выполняла. В академическом архиве отложилась ретроспективная научная документальная информация в виде рукописей научных работ, отчетов, полевых дневников, графических и фотоматериалов экспедиций не только по России, но и по всему земному шару. Среди них материалы научной экспедиции в Бразилию академика Г.И. Лангсдорфа (1821–1829), кругосветной экспедиции Л.И. Шренка (1853–1857), Русской полярной экспедиции барона Э.В. Толля (1900–1902), в которой участвовал лейтенант А.В. Колчак, и многих, многих других.

— **Ирина Владимировна, как проходили выборы в то время, были ли они открытыми, конкурентными, демократичными?**

— Убеждена, что выборы на протяжении всей истории академии в основном были открытыми, конкурентными и демократичными, за очень редкими



Мультимедийная выставка, посвященная истории РАН: урны для голосования

исключениями, когда академики назначались властью. В дореволюционной России академия наук отличалась академическими свободами, ученые сами избирали своих членов. С 1803 г. президент академии наук был лишен права непосредственного обращения к царю, как это было в XVIII в., теперь он делал это через министра народного просвещения; все кандидаты, утвержденные сначала отделением, потом общим собранием, должны были утверждаться царем, в их числе иностранные и почетные члены академии, а также члены-корреспонденты (последние вплоть до утверждения Совнаркомом СССР Устава АН СССР 1927 г. никакого денежного содержания в академии не получали). Члены-корреспонденты фактически не были действительными членами академии вплоть до 1927 г., до революции это скорее было почетное звание, но в советское время их статус изменился.

**— А сколько тогда было всего членов академии?**

— Первоначально, при основании Академии наук и художеств, академиков было 12 человек, к 1917 г. стало 44 на всю Российскую империю, но их знала вся страна. Население России было немногим больше, чем сейчас, — 174 млн к 1913 г. Две трети академиков были представителями гуманитарных

дисциплин. К 1927 г. академия состояла из трех отделений — физико-математического, отделения русского языка и словесности, отделения истории и филологии. Стремительный рост числа академиков связан с принятием новых, уже советских уставов. Сначала его увеличили ровно в два раза, потом еще бесконечно увеличивали количество действительных членов. Цель была одна — научить ученых «послушанию», советизировать академию, перевести науку на марксистские рельсы и поставить на службу социалистическому строительству, постепенно избавившись от ученых «старой школы». Эта политика проводилась через институт аспирантуры и стажеров, то есть выходцев из низших слоев общества, которые в результате Октябрьской революции получили доступ к высшему образованию. В академию стали выбирать старых большевиков; академиком стал, например, А.В. Луначарский. Начался слом гуманитарной науки: в 1927 г. отделение русского языка и словесности было просто ликвидировано, вместо него и отделения истории и филологии было создано отделение гуманитарных наук, затем переименованное в отделение общественных наук. Стали уничтожаться историко-филологические школы, к тому времени известные



Новое здание Архива РАН в Санкт-Петербурге

во всем мире. Сначала «Дело Жебелева» (1928), потом «Академическое дело» (1929–1931) и дальше бесконечные «дела» привели к фундаментальному, качественному изменению кадрового состава академии.

— **Документы, которые у вас хранятся, введены в научный оборот?**

— Архив хранит море документов. Из-за недостатка штата у нас нет сил описать то, что уже поступило в архив в виде россыпи и хранится в фондах, — например, фонд археолога академика А.П. Окладникова. Нам нужен спонсор или в виде государства за счет увеличения финансирования и штата, или в виде меценатов, которые заинтересованы в описании документов, чтобы быстрее ввести их в научный оборот. С этой целью мы планируем создать Попечительский совет Санкт-Петербургского академического архива.

— **Многие знают, как вы и ваши сотрудники долго ждали, когда будет построено новое здание архива. Расскажите, пожалуйста, о предыстории строительства и о переезде.**

— Примерно в 1950 г. из-за отсутствия места архив перестал принимать новые фонды учреждений. К осени 2021 г. он занимал девять зданий и помещений в разных районах Санкт-Петербурга. Решение о строи-

тельстве нового здания архива было принято в 1970-х гг. после обращения академической общественности к руководству Академии наук СССР и партийному руководству Ленинграда. Но ничего построено не было. Когда я в ноябре 2001 г. стала директором СПбФ АРАН, то поставила для себя целью номер один построить новое здание архива. Пришлось начинать с Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга и с Ж.И. Алферова, который был председателем Научного центра. Поддержка властных структур и руководства РАН дала возможность обратиться через В.И. Матвиен-

**В 2012 г. проектирование и строительство нового здания архива было включено в Федеральную адресную инвестиционную программу. В основном это заслуга Ж.И. Алферова, который очень помог в решении вопроса**



**В новом здании** будет размещено около 2 млн единиц хранения

ко, тогда губернатора Санкт-Петербурга, и представителя президента в Северо-Западном федеральном округе И.И. Клебанова к президенту РФ В.В. Путину. В результате в 2012 г. проектирование и строительство было включено в Федеральную адресную инвестиционную программу. В основном это заслуга Ж.И. Алферова, который был патроном архива и очень помог в решении вопроса о строительстве нового здания. Он понимал важность нашего дела, потому что архив хранит фонды Иоганна Кеплера, Леонарда Эйлера, М.В. Ломоносова, И.П. Павлова и многих других великих ученых. Так, в 1961 г. было принято Постановление Правительства СССР о концентрации рукописей И.П. Павлова именно в академическом архиве. Всем известно, что с 1937 г. Пушкинский дом собирает архив А.С. Пушкина и документальные материалы по истории русской литературы. Старейшие академические архивы Санкт-Петербурга комплектуются документами по профилю своей деятельности. Мы храним документальные материалы научных учреждений академии наук, в том числе протоколы общих собраний, документы руководящих органов академии с момента основания академии до перевода ее

в Москву, личные фонды членов академии, проживающих в Санкт-Петербурге. Московское отделение архива, которое было создано в 1936 г., собирало документы руководящих органов академии, столичных институтов и членов АН СССР, живших в Москве. В 1963 г. архив в Северной столице преобразовали в отделение, дирекцию академического архива перевели в Москву, но все ценнейшие фонды остались в Ленинграде. Богатейшие фонды мирового научного и культурного значения находятся в академических институтах Петербурга. Санкт-Петербургский институт истории РАН хранит поместно-вотчинные и монастырские фонды, фамильные фонды аристократов, таких как князь М.С. Воронцов. Институт восточных рукописей располагает документами на восточных (в том числе мертвых) языках с X в. до н.э. до современности. Музей антропологии и этнографии (Кунсткамера) им. Петра Великого РАН концентрирует фонды этнографов и учреждений, которые занимались этнографией, например фонд Института народов Севера. Институт истории материальной культуры РАН хранит документы по охране памятников и археологии с XVIII в. (многие материалы образовались от деятельности Императорской Археологической комиссии, другие, начиная с документов XVIII в., комиссия получала из фондов архива Министерства внутренних дел и других правительственных учреждений дореволюционной России).

— **Вы довольны новым зданием?**

— Довольны. Но у нас штат архивистов какой был, такой и остался, нас слишком мало.

Штат не соответствует нормативам. А мы строили это здание специально для того, чтобы была возможность комплектоваться фондами учреждений РАН и новыми фондами выдающихся ученых Санкт-Петербурга.

— **Ирина Владимировна, несколько слов о себе.**

— Моя судьба связана с академическим архивом уже более 40 лет. Я поступила на вечернее отделение исторического факультета Ленинградского государственного университета, в 16 лет пошла работать, на втором курсе пришла в архив. С 1978 г. прошла путь от лаборанта до директора. По образованию я археолог-классик, занимаюсь историей археологии по архивным материалам, историей историко-филологических дисциплин и в целом историей РАН. Принимала участие в археологических экспедициях Института истории материальной культуры, тогда Ленинградского отделения Института археологии, Одесского археологического музея, Института археологии АН СССР в Москве и многих других в Северном Причерноморье — от Бессарабии до Тамани включительно. Я перестала участвовать в экспедициях после 55 лет.

— **У вас есть ощущение, что, окончив строительство нового здания, вы достигли цели, к которой стремились? Или у вас уже намечена следующая?**

— Моя основная цель после постройки здания — получить юридическую самостоятельность петербургского академического архива, отделиться от Архива РАН в Москве. В статусе филиала наша уставная деятельность крайне затруднена, основные финансовые потоки

1. Иоганн Кеплер (1571–1630) — немецкий математик, астроном, механик, оптик, первооткрыватель законов движения планет Солнечной системы.

2. Тихо Браге (1546–1601) — датский астроном эпохи Возрождения. Первым в Европе начал проводить систематические и высокоточные астрономические наблюдения, на основании которых Иоганн Кеплер вывел законы движения планет.



оседают в Москве. Хранилище мирового научного значения, Архив академии наук в Санкт-Петербурге не может быть филиалом, поскольку не может выполнять даже уставные задачи. Он старше самой академии почти на 20 лет, так как хранит материалы Аптекарского приказа в Москве и созданной в 1707 г. в Северной столице Аптекарской канцелярии, которые занимались приглашением иностранных ученых на русскую службу в проектируемую царем Петром Великим академию наук. Архив содержит научные материалы начиная с XV в. Так, императрица Екатерина II специально для академии купила архив Иоганна Кеплера и его учителя датского астронома Тихо Браге, причем вопреки воле Леонарда Эйлера, который тогда задавал тон в академии наук. Эти рукописи — украшение архива. Здесь же хранится 95% рукописного наследия самого Эйлера, имеющего мировое научное значение. Меня уговаривали оцифровать его архив и разместить в Базеле (Швейцария), но, пережив все войны — Отечественную 1812 г., Гражданскую, Первую мировую, Великую Отечественную и блокаду Ленинграда, — сохранив эти богатства за счет жизни наших архивистов, отдать их сканы на Запад... Необходимо самим оцифровать эти рукописи и дать полный доступ к ним на нашем сайте, как и к фонду основоположника русской науки М.В. Ломоносова. Для оцифровки и описания документов нужен штат соответствующих специалистов, который сегодня отсутствует. Так, до сих пор не описана и не аннотирована ученая корреспонденция эпохи основания академии начиная с 1705 г. и вплоть до времени Ломоносова. Это колоссальная работа, для которой нужен штат профессионалов, могущих читать рукописные материалы XVIII в. на иностранных языках — латыни, французском и немецком. Сейчас не так много специалистов, читающих рукописи этого периода даже на русском языке.

**— В этой ситуации, наверное, помогает международное сотрудничество?**

— Всегда помогает. Например, в 2011 г., в год 300-летнего юбилея М.В. Ломоносова, в архив приехал немецкий языковед-славист Вернер Лефельдт, академик Геттингенской академии наук, тогда вице-президент этой академии. Когда я показала гостю фонды нашего архива, он был просто потрясен, потому что научные и научно-организационные документы такого уровня в Европе не сохранились, они есть только в России. Мы с Вернером Лефельдтом стали заниматься наследием померанского немца Даниэля Готлиба Мессершмидта, доктора медицины



**Леонард Эйлер** (1707–1783) — швейцарский, прусский и российский математик и механик, внесший фундаментальный вклад в развитие этих наук, а также физики, астрономии и ряда прикладных наук. Наряду с Лагранжем Эйлер считается одним из величайших математиков в истории.

из Данцига, которого Петр I в 1719 г. отправил в экспедицию в Сибирь для изучения естественных богатств *terra incognita* той эпохи. Результатом сотрудничества стало издание сборника документов и подготовленная к печати Лефельдтом первая научная биография Мессершмидта на немецком языке, в которой первооткрыватель Сибири по масштабу вклада в науку сравнивается автором с Александром фон Гумбольдтом.

В петровскую эпоху не знали, где начинается Тихий океан и смыкается ли Евразия с Америкой. Для решения этого вопроса властями России на восток была отправлена Вторая Камчатская (Великая Северная) экспедиция (1733–1743). Материалы академических и морских отрядов Второй Камчатской экспедиции Витуса Беринга мы издаем вместе с немецкими и датскими коллегами — вышло десять томов на немецком языке и семь на русском. Это очень кропотливая и многолетняя работа, пример научного сотрудничества ученых разных стран мира.

**— Может быть, к юбилею Российской академии наук ваши желания будут исполнены?**

— Я очень надеюсь, потому что петербургский академический архив борется за самостоятельность с конца 1980-х гг. Уникальное хранилище ценнейших архивных материалов мирового научного значения не может быть филиалом просто по определению. Когда я выполню поставленную задачу, можно будет сложить с себя административные функции и заниматься чистой наукой. ■

**Беседовала Ольга Беленицкая**



МЕДИЦИНА

# БИОТЕХНОЛОГИИ: БУДУЩЕЕ УЖЕ НАСТУПИЛО



**О** развитии и перспективах отрасли рассказывает доктор медицинских наук, профессор, вице-президент компании «Генериум» по внедрению новых медицинских технологий **Дмитрий Анатольевич Кудлай**.

Будущее медицины сегодня связывают с биотехнологиями, клеточной терапией и генной инженерией. Это новые подходы к диагностике, лечению сложных и редких заболеваний и созданию вакцин. Какую роль сыграли отечественные разработки в области диагностических биотехнологий при борьбе с COVID-19? Что российская биомедицина может предложить пациентам со сложными заболеваниями?

**Лариса Шуварикова.** Клеточная жизнь (обрисовка в Digital ART фотографии клетки человека, сделанной в Гарвардском университете).

**— Биотехнологии, генная и клеточная терапия, регенеративные технологии сегодня — приоритетные направления в развитии медицины. Насколько активно эти направления развиваются и какие задачи в здравоохранении должны решить?**

— Если широко понимать термин «биотехнологии», принято считать, что это направление решает сегодня все задачи. Конечно, это не абсолютно верно, но большинство существующих задач — и терапевтических, и диагностических, и профилактических — в последние годы решаются именно методами биомедицины, биотехнологий или геной инженерии. Эти тренды уже не нужно специально подчеркивать, они отражены во многих специализированных научных изданиях.

Биотехнологии эффективны для решения терапевтических и диагностических задач и с экономической точки зрения. В 2020 г. из всех инвестиций в фармацевтику более 75% пришлось именно на эту сферу. Все основные находки последних лет, в том числе в отношении борьбы с *COVID-19*, который до сих пор нас не отпускает, — это поле и платформы в области таких разработок.

Можно долго рассказывать о классификации биотехнологий, осуществляемой с помощью цвета: есть синие (водные ресурсы), зеленые (сельское хозяйство), серые (природоохранные) биотехнологии и т.д. Мы работаем в сфере красных биотехнологий — это разработки в области медицины, которые делятся на терапевтические, диагностические и профилактические.

Применение биотехнологий в области диагностики направлено на детекцию и верификацию заболевания. Это очень широкий спектр технологических платформ. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и иммуноферментный анализ (ИФА) уже стали классикой лабораторной диагностики, о них сегодня знают все. В свою очередь, платформы на основе петлевой изотермической амплификации (*LAMP*) и *ELISPOT*-методики относительно недавно показали свою диагностическую эффективность и крайнюю полезность в условиях пандемии.

Терапевтическое направление включает самые разные группы препаратов и методы лечения. Из-за нарастающих требований к качеству биотехнологических препаратов возникают сложности в правовом регулировании. В одних странах регенеративные технологии регламентируются теми же законами, что и лекарственные препараты, в других же они разделены ввиду появления совершенно новых подходов, таких как генная терапия. В конце апреля в Уфе прошло совещание с участием президента Российской академии наук А.М. Сергеева, где состоялся разговор о том, что регуляторика биотехнологий становится направлением, на которое все больше обращают внимание при создании новых научно-исследовательских

центров и которым руководствуются в ходе принятия стратегических решений при выборе перспективного портфеля технологий. В совокупности все эти факторы делают это научное направление максимально востребованным и актуальным.

В области терапевтических биотехнологий мир уходит от представления о том, что все вопросы решаются обычными моноклональными антителами. Человек научился управлять регенеративным потенциалом клеток и систем, индуцировать иммунологические реакции, формировать иммунологическую память, обеспечивать генный контроль иммунитета. Сейчас в тренде биспецифические антитела и *CAR-T*-технологии, которые, как и генная терапия в целом, находятся на революционном рубеже развития. Самое интересное — это комплексные схемы применения биотехнологий, которые имеют разные платформы. Например, современный подход к лечению острого лимфолейкоза — комбинация биспецифических антител и *CAR-T*. На эту тему нет единого финального мнения даже у передовых школ мира: происходит взрывной рост исследований и публикаций, идет обмен мнениями.

В сфере профилактических биотехнологий лидирует актуальная сегодня тема вакцин. Целевая направленность профилактического действия заведомо закладывается в принцип работы вакцин любой платформы и способа применения.

**— В «Генериуме» вы занимаетесь биомедицинскими технологиями больше десяти лет. Как вы к этому пришли?**

— Это был очень интересный путь, который можно прочертить еще со студенческой скамьи. Мне довелось учиться в славном Новосибирском медицинском университете, и я с большим пиететом вспоминаю своих учителей. Мы касались биотехнологической сферы на таких классических предметах, как биология с курсом генетики, микробиология, фармакология. Это был абсолютно новый мир открытий: когда после основ общей патологии и морфологии мы начинали понимать, как микроорганизмы внешней среды взаимодействуют с организмом конкретного человека, которого мы изучали как пациента. Было интересно, каким образом человек, имеющий ограниченное количество генов и цикл воспроизведения категорически медленнее такового цикла у бактерий и вирусов, противостоит патогену. Далее, на биохимии и фармакологии, мы начинали понимать основы биомедицины, которая уже тогда достаточно интенсивно развивалась во всем мире. Перед глазами были промышленные примеры синтеза антибиотиков, витаминов, первые годы выхода в здравоохранение рекомбинантных инсулинов.

Мои научные задачи начального периода были посвящены изучению цитокинового и гормонального профилей, нуклеопротеинового комплекса,



**Офис и территория компании «Генериум» во Владимирской области**



факторов свертывания крови, системы компонента и основных значимых биомаркеров при моделировании процессов повреждения и восстановления тканей.

Наш научный кружок курировал выдающийся ученый и педагог, заведующий кафедрой патофизиологии академик Г.С. Якобсон. Интересны были живое общение, определенная игровая форма контроля по ключевым точкам в исследовании, а задачи нам ставили в виде загадок. Хотя мы тогда уже и отслужили в армии, в плане науки были именно большими детьми. С нами занимался и З.С. Баркаган, гематолог высшей марки, который читал лекции по всему миру. Он преподавал в Алтайском медицинском университете, но приезжал и к нам. Они дружили с Григорием Семеновичем и ставили перед нами задачи так, чтобы мы могли сами дочитать, сделать выводы и обсудить. Мы не видели границ в общении академического и студенческого сообществ, и это создавало творческую атмосферу в коллективе. Подчеркну: если у научного коллектива нет живого общения, общего увлечения и взаимного доверия, то хороших результатов не будет. Нам прививали тягу к знаниям, и эту культуру мы сейчас несем своим коллегам и ученикам.

Именно на этом этапе формирования зоны будущих научных интересов появились прорывные работы о возможности биосинтеза различных активных агентов, которые ознакомили выход на пик эры технологий рекомбинантных ДНК. В то же время с развитием молекулярно-биологических методов исследований произошел скачок в понимании молекулярных механизмов, давших развитие молекулярной генетике, вирусологии, биохимии и ряду других смежных наук.

Затем я как медицинский советник одной из крупных мировых биофармацевтических компаний выбрал нишу низкомолекулярных гепаринов и первых

рекомбинантных препаратов, к которым относились аналоговые инсулины, в том числе с ультракоротким и ультрапродолжительным действием. Очевидная полезность методов генной инженерии вызвала крайнюю заинтересованность предметом и наметила ключевые точки в жизни, которые и реализовались к настоящему моменту в разработке, масштабировании и изучении на доклиническом и клиническом уровнях ряда биотехнологических продуктов для диагностики, лечения и профилактики социально значимых заболеваний.

**— Кого из ученых, врачей, академиков вы считаете своими учителями, с кем до сих пор общаетесь?**

— Для меня это волнительная тема. Весь сибирский путь для нас определили Г.С. Якобсон и первая в СССР женщина-врач-академик Л.Д. Сидорова. На одном из межрегиональных мероприятий судьба в лице Лидии Дмитриевны познакомила меня с А.Г. Чучалиным, и это знакомство состоялось в виде дискуссии о молекулярных механизмах пневмонии. У меня было искреннее ощущение, что боги спускаются с небес и прилетают к нам в Новосибирск делиться уникальными знаниями.

Позже биотехнологии околдовали и резко увлекли в пучину изучения множества данных и публикаций... Быстро меняющийся ландшафт в сфере внедрения биотехнологий, включающий в себя регенеративную медицину, развитие репродуктивных технологий, исследование и модификацию генома человека, требовали междисциплинарных знаний и понимания баланса между прорывными биотехнологиями и общественным согласием на их внедрение в здравоохранение. При изучении этой ниши очень помогли огромный опыт, профессиональные и человеческие качества А.Г. Чучалина, которого я считаю мерилом этики современной медицины, и это не только мое мнение, его поддерживает весь мир, поскольку Александр Григорьевич — вице-председатель Межправительственного комитета ЮНЕСКО по биоэтике.



**Компания «Генериум» первой в России получила лицензию на производство биомедицинских клеточных продуктов**

Чтобы не уходить в заоблачные категории, приведу пример из жизни. Когда портфель генно-инженерных разработок компании «Генериум» достиг внушительных размеров, Российская академия наук пригласила нас принять участие в симпозиуме «Инновационные лекарственные средства в респираторной медицине». Мы показали свои рекомбинантные разработки на разных этапах исследований: моноклональное антитело омализумаб, «Диаскинтест» (гибридный белок *CFP10* и *ESAT6*), который был в наблюдательной фазе исследований, и молекулу *С1*-ингибитор системы комплемента на доклиническом этапе. Нам было немного тревожно выступать на симпозиуме перед лучшими из лучших, но А.Г. Чучалин по-отечески работал с ребятами и сказал: «Будем аккуратно знакомить между собой два мира». И он постарался, чтобы сложные дискуссии с маститыми учеными не отпугнули молодых исследователей от фундаментальной науки. Позднее разработки, которые упоминались выше, были реализованы молодыми исследователями, в том числе и в виде диссертаций.

Московский период моего развития связан с такими великими людьми, как академики А.И. Арчаков, А.Г. Чучалин, А.Г. Румянцев, Р.М. Хаитов. Не говоря про выдающийся интеллект, удивляли и удивляют их открытость в контактах и готовность к участию в проектах, обсуждению и созданию принципиально новых технологий диагностики и терапии. Со всеми ними нас познакомила работа над такими проектами, как иммунотерапия, системы доставки биопрепаратов, скрининговые технологии, вопросы биоэтики и многие другие. Хочу выразить огромную скорбь нашего поколения, что часть из упомянутых ученых уже ушли из жизни.

**— Какие этапы вы можете назвать точкой, с которой начиналось развитие биотехнологий в России?**

— Первый генно-инженерный препарат соматотропин «Растан» был разработан и апробирован в клинической практике в сотрудничестве с Институтом биоорганической химии РАН и Эндокринологическим научным центром под руководством академика И.И. Дедова.

Наша исследовательская группа довела молекулу до готовой лекарственной формы, произвела масштабирование, повторяя стабильность качества от серии к серии, и исследовала препарат на всех трех фазах клинических испытаний. Это был 2007 г., и это был первый успех в генной инженерии, который получила страна. С этого момента в России пошел отсчет эпохи биотехнологий полного цикла производства.

Кстати, в середине апреля 2022 г. состоялось заседание правительства на тему устойчивого развития науки, в рамках которого был сделан акцент на том, что нужно работать не с молекулами, а с платформами как источниками многочисленных проектов. Так, например, после создания гормона роста (соматотропина) следующим проектом стал колониестимулирующий фактор филграстим — не прошло и двух лет, как имеющаяся платформа дала эффект масштабирования. Мы увидели, что проектный коллектив начал самостоятельно, последовательно генерировать идеи и приносить ценные плоды в виде новых молекул.

После создания первого колониестимулирующего фактора последовали разработка и клинические исследования рекомбинантных факторов свертывания крови: это были эптаконг альфа, мороктоконг альфа и нонаконг альфа. Таким образом, «Генериум» стал первой компанией в мире, которая произвела все три фактора свертывания крови в одном портфеле для лечения гемофилии А, В и ингибиторной формы. Позднее работа была отмечена Премией Правительства РФ в области науки и техники.

Параллельно велась работа с исследовательским коллективом Первого МГМУ им. И.М. Сеченова,

потому что мы прекрасно понимали необходимость развития компетенций в области создания оригинальных биотехнологических препаратов.

Яркий пример сотрудничества научно-производственных компаний и академических коллективов — гибридные белки в области выявления туберкулезной инфекции. Я говорю о «Диаскин-тесте». Совсем недавно, весной 2022 г., на сайте Всемирной организации здравоохранения появилось извещение, где говорится, что методология использования гибридных белков, которую мы разработали в 2008 г. и представили в 2018 г. в ВОЗ, официально одобрена как превалирующая над пробой Манту, которой исполнено больше 100 лет. Проблема всего мира была в том, что эффективность пробы Манту составляла около 50%, это вечная ложноположительная реакция — все равно что кидать монетку. Теперь эффективность диагностики достигает 97%, и это радикально меняет ситуацию с выявлением туберкулеза. В Москве есть официальная статистика по редким заболеваниям — и сегодня она показывает, что туберкулез в столице попадает в разряд редких заболеваний. Такие результаты получены в том числе с помощью «Диаскин-теста». Это пример того, как биотехнологии превращают ситуацию в здравоохранении.

Кстати, за все эти годы я не видел ни одного эмоционально выгоревшего биотехнолога. Когда приходишь в эту нишу, открывается невероятная большая мир. Например, кто-то почувствовал себя гуру в терапевтических белках (инсулины, соматотропин) — начали появляться моноклональные антитела. Только разобрались с моноклональными антителами, возникли такие понятия, как регенеративная медицина, полногеномное секвенирование, методы редактирования генома и т.д. Биотехнологи — это люди, которые никогда не завершают цикл образования, и на их плечах лежит большая ответственность за будущее.

**— В пик пандемии COVID-19 «Генериум» разработал тесты на T-клеточный иммунитет и запустил цикл производства вакцины «Спутник V». Какие исследования, направленные на борьбу с коронавирусом, идут сегодня?**

— Когда началась пандемия, некоторые системные наработки «Генериума» сработали по умолчанию, сказались высокий уровень готовности сотрудников к трансляции научных идей. Нельзя не сказать о сотрудничестве с коллективом Центра им. Н.Ф. Гамалеи под руководством академика А.Л. Гинцбурга, итогом которого стал выпуск первой в мире аденовирусной вакцины против COVID-19 — «Спутник V». Сегодня это сотрудничество дает буст-эффект: группы исследователей эффективно взаимодействуют друг с другом, обсуждая новые проекты.

На пике пандемии базовой задачей стала комплексная оценка иммунитета, важно было определить эффективность имеющихся вакцин и уровень

иммунной защиты невакцинированного населения. Эта тема прошла красной нитью и через нашу работу. Всех интересовали проблема антител, уровень защиты организма, и это привело к серьезной эволюции диагностических платформ. 15 декабря 2021 г. эти вопросы обсуждались на общем собрании членов Российской академии наук.

В начале пандемии новой коронавирусной инфекции в лаборатории шел огромный поток биоматериала. Платформа классической ПЦР давала результат за четыре часа, лаборанты падали с ног, оборудования не хватало. Это был момент истины для страны, когда стало понятно, что кроме российских коллективов никто помочь не сможет ни в диагностике COVID-19, ни в терапии. Сложно кого-то винить, но каждая страна спасала своих граждан и невозможно было представить иное в условиях февраля, марта, апреля 2020 г.

Мы понимали, что при колоссальном запросе на диагностику с прежним количеством оборудования и персонала ресурса этих платформ не хватит. Ситуацию серьезно изменила к лучшему разработанная и зарегистрированная нами тест-система на основе петлевой обратной изотермической амплификации (LAMP), названная «Изотерм-скрин». За счет сокращения нескольких этапов реакции стало возможным получить результат за 50 минут. Это значит, что пропускная способность лаборатории увеличилась минимум в четыре раза. На основании данных о секвенировании геномов коронавирусов SARS, MERS, SARS-CoV-2 в качестве мишеней для амплификации мы выбрали наиболее стабильные гены, то есть наименее подверженные мутациям. Это позволило сохранить чувствительность к последующим вариантам вируса.

Когда понадобилось не просто определить инфекцию, но выяснить уровень защиты организма, все увлеклись оценкой гуморального компонента иммунитета. Тогда на основе метода иммуноферментного анализа (ИФА) была создана линейка «Антигма». Первая диагностическая система была скрининговая, она позволяла одновременно выявлять иммуноглобулины А, М и G в одном и определять две группы лиц: тех, кто встречался с вирусом, и тех, кто с ним не встречался. Если тест срабатывал, дальше можно было проводить селективную детекцию иммуноглобулинов.

Для определения активной фазы COVID-19 многие работали с иммуноглобулинами класса М. Мы дополнительно занялись оценкой иммуноглобулинов класса А. Эта платформа детектировала острую фазу заболевания на два дня раньше, что позволяло врачам быстрее принимать решения.

Чтобы определить уровень защищенности людей, перенесших COVID-19, количественно оценивались иммуноглобулины класса G. При разработке платформы «Антигма G» мы применили рекомбинантные антигены N- и S-белков с целью

детекции наиболее широкого репертуара антител. Это позволило детектировать иммунный ответ к VOI- и VOC-вариантам SARS-CoV-2 на всех этапах эволюции вируса.

Вскоре исследования показали, что для комплексной оценки иммунного ответа к коронавирусу анализ гуморального иммунитета не отвечает на много вопросов. Пришло время детального изучения клеточного иммунитета. Кроме нас этой темой занимались еще несколько научных групп в мире. Мы шли с ними наравне в скорости разработок, а базовой платформой, на которой шли исследования, стала *ELISPOT*. Ее мы отработали на более сложной в технологическом плане микобактерии туберкулеза, а сделать пару оригинальных моноклональных диагностических антител труда не составило. Эта платформа на основе выброса интерферона презентует количество пятен (спотов), соответствующих специфическому ответу *T*-лимфоцитов на новую коронавирусную инфекцию. Это позволило определять количественные параметры клеточного иммунитета как вакцинированных, так и переболевших.

Итогом работы стала платформа «Тигратест». Для стимуляции *T*-клеток мы выбрали синтетические пептиды, соответствующие наиболее широкому репертуару эпитопов *T*-клеточных рецепторов у пациентов и конвалесцентов *COVID-19*. Этой разработке предшествовали серьезные технические исследования и клинические наблюдения, с ней работали порядка 30 научно-исследовательских институтов. Сегодня разработка находится в Росздравнадзоре на этапе рассмотрения досье.

В академии наук проходили интереснейшие дискуссии о важности оценки *T*- и *B*-звеньев иммунитета: делать ставку на любую из этих частей неправильно — только в совокупности они дают объективную картину защитных сил организма.

В процессе созревания *T*- и *B*-лимфоцитов в тимусе и костном мозге происходит формирование клеточных рецепторов посредством перестройки генов в цепи ДНК. Побочный продукт каждой такой перестройки — кольцевые фрагменты ДНК. Эти молекулы получили название *TREC* (*T-cell Receptor Excision Circle*) и *KREC* (*Kappa-deleting Recombination Excision Circle*). Кольца *TREC* сопровождают созревание практических всех *T*-лимфоцитов, *KREC* — всех *B*-лимфоцитов и таким образом могут служить маркерами их количества и функциональных характеристик. Для оценки состоятельности иммунной системы человека мы разработали систему количественного определения ДНК *TREC* и *KREC* методом ПЦР в режиме реального времени. Если мы выявляем снижение количества *TREC*, это указывает на дефект в развитии *T*-клеток. Снижение количества *KREC* сигнализирует о дефекте *B*-клеточного звена, влекущем за собой



Компания «Генериум» работает в России более десяти лет

неспособность полноценно вырабатывать антитела. Анализ может быть проведен как с использованием цельной крови, так и с ДНК, полученной из сухих пятен крови, собираемых в том числе в ходе скрининга новорожденных.

Количественная оценка *TREC* применяется в США и Европе, однако только наша платформа позволяет одновременно оценить функциональное состояние *B*-клеток по количеству ДНК *KREC*. Сегодня количественный анализ *TREC* и *KREC* в сухих пятнах крови на картах неонатального скрининга стал методом выбора для скрининга врожденных ошибок иммунитета в России и за рубежом.

По современным данным, до 1% населения Земли страдают иммунодефицитами, при этом 90% из них не знают своего диагноза. В сложных иммунодефицитных состояниях, когда необходима трансплантация, чем раньше будет выявлена необходимость проведения такой дорогостоящей и сложной терапии, тем она будет более эффективной. Например, трансплантация стволовых клеток, проведенная до трех месяцев, показывает эффективность в 92–96% случаев, а проведенная после шести месяцев — уже только в 50–60%. При таких обстоятельствах критически важной представляется ранняя диагностика.

**— Планируются ли какие-то изменения в неонатальном скрининге?**

— В соответствии с постановлением правительства, расширение неонатального скрининга с включением диагностики первичных иммунодефицитов планируется с января 2023 г. Для его внедрения на федеральном уровне нужна предварительная проработка детальных логистических и других вопросов. Сейчас они тестируются на уровне нескольких областей, включая Свердловскую, Кемеровскую, Калининградскую и др. Введение скрининга первичных иммунодефицитов в федеральную программу даст возможность выявлять детей с ошибками и наследственными

поломками иммунитета до того, как появятся первые предпосылки инвалидизации и другие последствия тяжелого течения заболеваний.

Кстати, этот метод потенциально можно использовать не только при выявлении первичного иммунодефицита, но и при оценке состоятельности иммунной системы у взрослых. В настоящее время ведется научная работа по применению методики у лиц с ВИЧ и туберкулезной инфекцией, COVID-19 и онкологией. Это пример того, как платформы со временем помогают себе развиваться и расширять область использования технологий. Конечно, период пандемии выступил бустером в развитии таких диагностических биотехнологий.

**— Последние два года ключевой темой остаются COVID-19, но основная смертность в России все равно приходится на сердечно-сосудистые и онкологические заболевания. Какие биотехнологические разработки ведутся в этой области?**

— При создании «Генериума» перед нами стояли две цели. Первая — сложные уникальные разработки, молекулярная и регенеративная медицина, создание новых платформ для лечения редких заболеваний. Вторая — необходимость решить основные проблемы смертности в России, а это, в первую очередь, инфаркты и инсульты.

В этой сфере мы сделали основной упор на разработку тромболитиков: алтеплазы и тенектеплазы. Алтеплаза была включена в «Перечень стратегически значимых лекарственных средств, производство которых должно быть обеспечено на территории Российской Федерации». Нашей задачей было создание биосимиляра, и, могу сказать, эта задача была выполнена абсолютно четко. В результате реализации данного проекта был разработан и зарегистрирован первый биоаналог алтеплазы, а Россия получила первый генно-инженерный тромболитический препарат, который активируется при соединении с фибрином и стимулирует превращение плазминогена в плазмин.

В подобных проектах масса подводных камней, ведь эффективность производства терапевтического белка очень невысока. Допустим, в мире есть 30 коллективов, которые могут решить задачу воспроизведения молекул, влияющих на гемостаз в отношении инфарктов и инсультов. Эти 30 коллективов могут сделать чистый, работающий белок либо с малой активностью, либо в очень небольших количествах. Если говорить о масштабном производстве высокоактивного белка, то на рынке останутся только две-три компании.

Наша серия патентов, касавшаяся оригинальных методов очистки терапевтических белков, давала совершенно другой уровень эффективности производства. Такие задачи нужно решать адекватным с экономической точки зрения путем, и нам это удалось: алтеплаза используется в российской системе здравоохранения больше трех лет

и проходит этап регистрации в 14 странах, а тенектеплаза сейчас находится на третьей фазе клинических испытаний.

**— Как вы сегодня можете оценить образовательную, научную и производственную составляющие в области биотехнологий в России?**

— Потенциальное развитие российского биотеха и образовательной базы — очень важный вопрос. Разрывать научную, производственную и образовательную части нельзя, а избежать участия в образовательном процессе передовым компаниям невозможно.

Рассмотрим проблему на примере трендовой темы регенеративной медицины и тканевой инженерии. Компании «Генериум» удалось первыми в России получить лицензию на производство БМКП (биомедицинских клеточных продуктов). Идет первое в стране клиническое исследование хондросфер. Получается, что под такие проекты нужно формировать качественно новый кадровый состав через трансляцию знаний, подготовку коллег и единомышленников. Поэтому с первого сентября прошлого года на базе МГУ академиком В.А. Ткачуком с нашим участием открыта первая в стране магистратура по регенеративной медицине. Туда уже идут люди с биологическим, медицинским и фармацевтическим образованиями.

На кафедре фармакологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова читают лекции по особенностям производства и исследований клеточных продуктов; готовится к выходу учебник «Фармакология» с учетом всех последних биотехнологических новинок.

Мы с удовольствием работаем с командами «Сириуса» и МФТИ. Обязательно упомяну РТУ МИРЭА с лабораторией моноклональных антител, откуда к нам тоже приходят биотехнологи и научные сотрудники. Подписаны рамочные договоры о совместной деятельности в рамках программы «Приоритет-2030» с Самарским и Башкирским медуниверситетами. Поэтому в области биотехнологий у нас есть заделы на будущее: когда создан скелет, всегда проще обрести мышцами.

В России есть биотехнологические проекты, в будущем которых мы уверены. Если раньше компании занимались в основном биосимилярами, а на оригинальные идеи с разной степенью успеха приходилась минимальная доля, то пандемия COVID-19 показала, что страна может дать, например, свои вакцины, оригинальные моноклональные антитела, скоростные и эффективные диагностические системы. С подобными задачами справляются десятки коллективов, и это очень хороший сигнал для государства. Поэтому мой вердикт таков: российская биотехнологическая отрасль развивается — и развиваться будет. ■

**Беседовал Александр Бурмистров**



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

# Нейросети:

## биологический путь к машинному мышлению

Ученые Курчатовского института развивают методы анализа социальных сетей с помощью нейросетей и методов машинного обучения.

Как можно спрогнозировать динамику пандемии *COVID-19* на основе сообщений в социальных сетях? Чем нейросети отличаются от классических методов машинного обучения? К чему стремится прогресс в области нейросетей? Об этом рассказывает доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологий искусственного интеллекта Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий Александр Георгиевич Сбоев.



Доктор физико-математических наук А.Г. Сбоев

**— Что такое нейросети? По какому принципу они работают и чем отличаются от остальных методов машинного обучения?**

— Нейронные сети — математическая модель, основанная на наших знаниях о процессах обмена информацией в мозге человека. Элементы нейросети нелинейно обрабатывают входящую информацию, создают взаимосвязь между ее элементами и дают результат, основанный на определенных содержательных признаках.

Важно понимать, что нейронная сеть — это одна из разновидностей машинного обучения, которая отличается только степенью «биологичности» модели, то есть ее приближенности к образцу — человеческому мозгу.

Задачи, которые выполняют нейронные сети, — это задачи машинного обучения. Непринципиально, будут ли они решены с помощью нейросетей или классическими алгоритмами, — в конечном счете важен результат.

Сегодня терминология достаточно разнородная и к нейронным сетям иногда относят системы машинного обучения, которые называют нейросетевыми можно достаточно условно.

Для того чтобы эффективно использовать нейросетевые алгоритмы, нужно предварительно обучить сеть на определенной выборке. Она составляется из данных, на примере которых мы объясняем машине, какой именно результат хотим получить при анализе той или иной информации, — так называемая задача с учителем. Эта выборка

становится основой для работы нейронной сети, как и других методов машинного обучения.

Во время обучения нейронной сети используется метод обратного распространения ошибки: на основе результата анализа на выходе сети мы последовательно пересчитываем нейросетевые параметры в направлении от выхода к входу сети так, чтобы минимизировать погрешность по всей сети.

**— Для решения каких задач сегодня используют нейросетевые методы анализа информации?**

— Во-первых, это задачи классификации. Например, нам нужно «разложить книги по ящикам»: в одни разделы убрать книги по живописи, в другие — по физике и т.д. Такие задачи решаются в том случае, если заданы четкие характеристики классов, на которые машина может ориентироваться.

Во-вторых, задачи категоризации, или кластеризации. Это ситуация, когда не человек создает «ящички», в которые нужно поместить определенную информацию, а сама система раскладывает элементы по группам, ориентируясь на сходные признаки.

В-третьих, задачи прогнозирования — необходимость предсказать на основе текущих данных, каким окажется результат в будущем. В частности, это прогнозирование цен образования или различных инструментов фондовых рынков.

Это три основные категории задач, которые решаются с помощью нейросетей и методов машинного обучения. Но надо понимать,

что это относительно формальный список и в каждой из этих задач есть множество подклассов в зависимости от конкретной ситуации; соответственно меняются и подходы к их решению. Например, задачи прогнозирования аварий или катаклизмов: это довольно редкие случаи, и надо учить машину строить прогнозы на основании ограниченной информации в условиях недостаточной выборки.

Нейросети стали очень востребованы, появляются все больше способов их обучения, развитие этих методов считается важным элементом развития современных технологий.

**— Как выглядит итоговое воплощение нейросети для решения конкретной задачи? Это программа, рыночный продукт?**

— Итоговый результат создания нейросети — это программа, состоящая из двух связанных блоков. Первый обрабатывает входную информацию и настраивает параметры нейронной сети по исходным данным, а второй на их основе получает результат. В целом это программное решение, которое используется в рамках того или иного продукта. При этом необходимо определенным образом оформить эти блоки, чтобы пользователю было удобно использовать методы машинного обучения, в частности нейросетевые.

Наша работа — именно изготовление качественных, эффективных блоков для решения прикладных задач, а оформление конечного продукта — работа специалистов, занимающихся вопросами интерфейса и пользовательскими качествами.

В полученных программных решениях заинтересованы и коммерческие структуры, и государственные организации для анализа огромного объема открытых данных.

**— Большая часть ваших работ посвящена анализу информации в социальных сетях с помощью нейросетей. Почему вы выбрали для исследований именно эту область интернет-контента?**

— Сегодня в социальных сетях циркулируют колоссальные масштабы информации, и они продолжают расти. Многие люди фактически живут в социальном медиапространстве, там отражается вся их жизнь. И это бездна полезных и оперативных данных, например для анализа социально значимых процессов. Еще 10–12 лет назад этим занимались вручную. Компании держали огромные штаты аналитиков, которые строили запросы и просматривали информацию. Это трудоемкая и ресурсозатратная работа.

Автоматизированный анализ нужен, например, государственным структурам самого разного уровня, чтобы понимать отношение к тем или иным проектам. Реакция пользователей социальных сетей может многое рассказать о перспективности принимаемых решений, но для эффективной оценки ситуации необходимо из больших объемов сырой информации выделить ключевые позиции, выраженные тенденции.

**— Социальные сети используют разный контент: одни больше опираются на текст, другие на фото-, видео- или аудиоконтент. Можно выделить социальные сети, которые больше подходят для его анализа с помощью искусственных нейронных сетей или методов машинного обучения?**

— Мы в большей степени занимаемся текстовыми социальными сетями, хотя определенная работа со звуковыми форматами у нас тоже проводилась — этот метод вполне поддается аналитике. А к видеоконтенту

**90% исследований информации в соцсетях сводятся к изучению текстов, изображения в основном идут как иллюстрация к написанному**

мы еще серьезно не приступали. Вообще, до 90% исследований информации в соцсетях сводятся к изучению текстов, изображения в основном идут как иллюстрация к написанному.

Насколько эффективен анализ того или иного формата контента, зависит от поставленной задачи. Например, при анализе вредоносного контента можно рассматривать вместе и видео-, и аудио-, и текстовую информацию. Данные могут различаться между собой разной «зашумленностью»: например, одни люди пишут грамотно и стилистически правильно, а другие используют сленговый язык. У текстов разная длина информации, и они могут быть плохо сформулированы, что вызывает дополнительные сложности.

Методы, которые используются при анализе контента социальных сетей, зависят от этих нюансов и требуют различных

способов обучения с опорой на разные наборы признаков. Соответственно, и точность результатов не будет одинаковой.

**— С какими социальными сетями вы работали и почему выбрали именно их?**

— Мы работаем с теми социальными сетями, информация в которых нам доступна. Для обучения нейросетей требуется большой объем данных — это отзывы, комментарии, посты. Но интернет-источники не очень расположены к тому, чтобы выдавать информацию: есть ограничения, связанные, например, с персональными данными или спамом.

С точки зрения обычного пользователя, получение информации — не проблема. В поисковой системе вводится запрос, и сайт выдает результат. Но это касается разового или ограниченного количества запросов: когда машина автоматизировано отправляет много запросов, включаются защитные механизмы и после определенного количества обращений доступ закрывается — нас отправляют в бан.

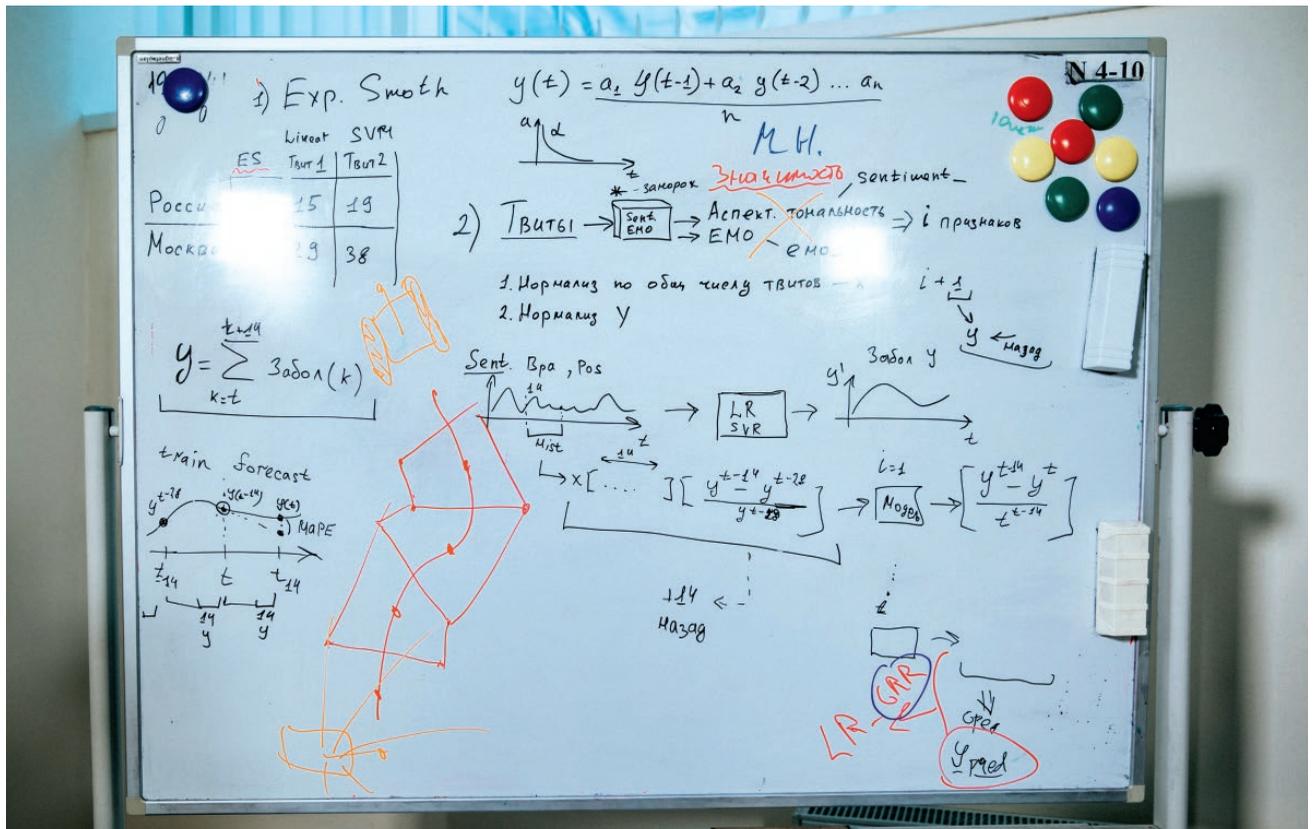
Получение доступа к данным для их автоматизированного анализа — это поисково-организационная работа.

Один из источников информации, который мы используем, — это «Отзовик». Для решения отдельных задач мы брали данные с ресурсов *Mail.ru* и *Twitter*, информация с которых частично доступна.

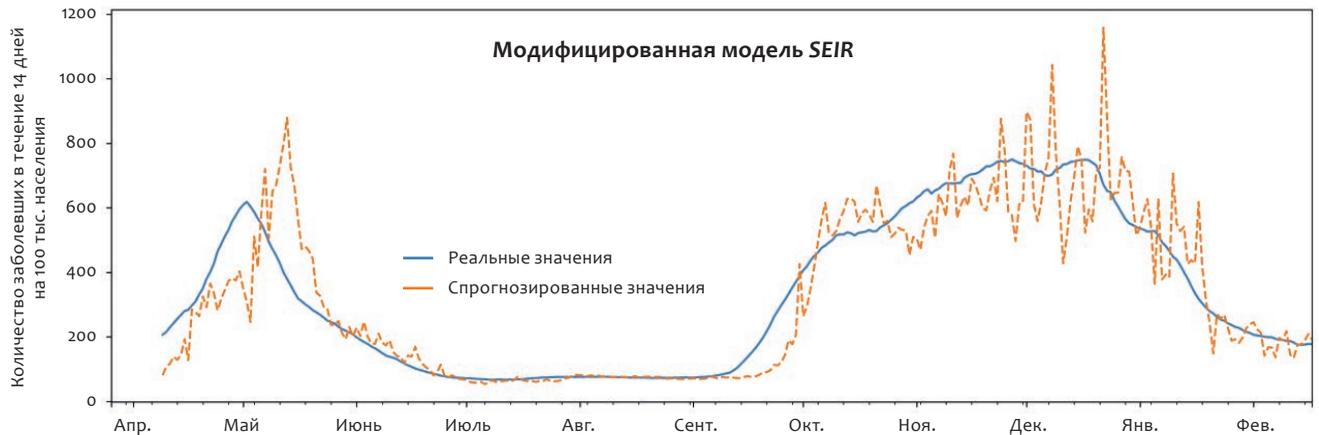
Когда мы набираем объем данных, необходимый для обучения нейросети, создается методика, которую в перспективе можно пытаться распространить и на другие источники информации.

**— Twitter — не самая популярная в России социальная сеть, особенно после того, как доступ к ней ограничили. Можно ли использовать разработанные для нее алгоритмы анализа информации для других социальных сетей, например «ВКонтакте»?**

— Понятно, что сейчас спектр источников информации меняется, но методики, которые были созданы на основе одних сайтов, будут работать и на других. Нужно смотреть, насколько в разных социальных сетях меняется отражение информации о той или иной проблеме, которую мы анализируем, и в случае необходимости перенастраивать алгоритмы. Но методы будут примерно одинаковые.



Доска в кабинете А. Г. Сбоева в момент рабочего обсуждения нейросетевой модели по прогнозам заболевания. Кодирование данных и выбор метода.



### Сравнение реального и спрогнозированного модифицированной моделью SEIR количества заболевших

Для нас ведь не так важно, какие именно тенденции необходимо выделять при анализе контента в социальных сетях. В упрощенном виде: есть люди, которые производят колбасу, а есть те, кто делает авоськи, чтобы ее носить. Мы делаем именно авоськи: нам неважно, будут в них носить докторскую колбасу или сырокопченую. То же самое с методами анализа — неважно, что именно улавливать из потока информации в соцсетях и какие именно это будут сайты. В целом подходы остаются общими, их нужно только перенастраивать.

Поэтому с помощью разработанных алгоритмов можно анализировать и контент «ВКонтакте». Вопрос лишь в возможности автоматизированного сбора информации, с которой мы будем работать.

**— Одна из ваших последних разработок посвящена актуальной теме — пандемии COVID-19. С помощью нейросетевого анализа социальных сетей стало возможным прогнозировать вспышки заболеваемости коронавирусной инфекцией. Как была построена эта работа и какие результаты принесла?**

— Да, мы занимались задачей прогнозирования динамики пандемии на основе информации, которая отражается в социальных сетях, в частности в *Twitter*.

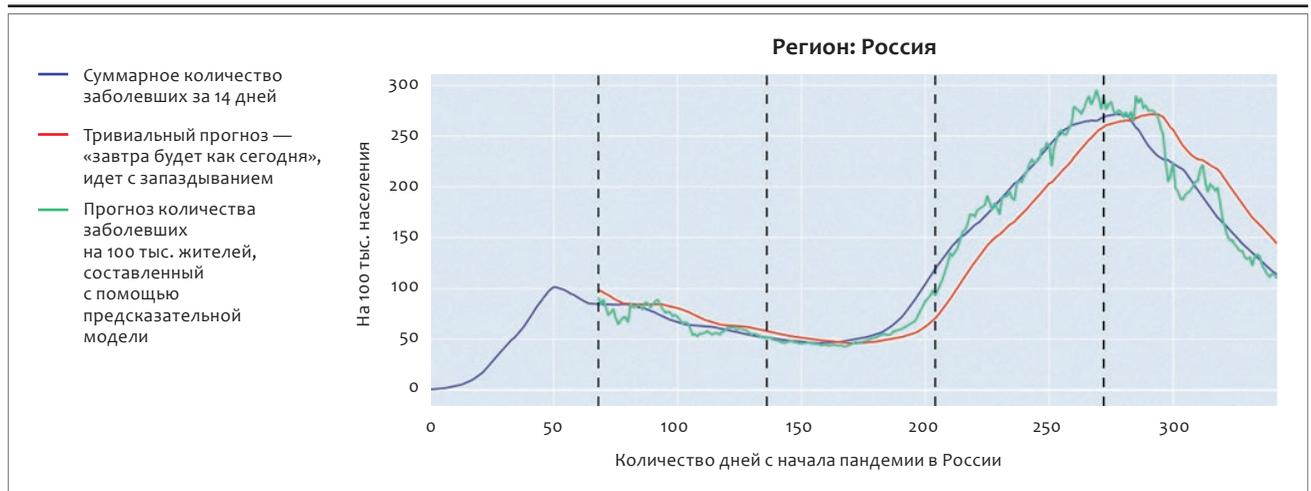
Сначала был собран корпус нейросети — набор данных, на которых сеть проходит обучение. Выборка составила 10 тыс. твитов с определенными словами — например, «пандемия», «коронавирус», «инфекция» или «ПЦР-тест». Эксперт на основании своего опыта разделил эти сообщения по степени уверенности авторов в заболевании. То есть по одному тексту можно точно сказать, что человек переболел; в другом случае

ключевые слова использовались, но из сообщения не получалось точно определить, болел ли автор, в третьем — с большой долей уверенности можно сказать, что человек болеет сейчас.

На основе этих 10 тыс. сообщений строилась и обучалась нейросеть, которая дальше могла самостоятельно анализировать тексты твитов, выделять сообщения по степени уверенности автора в заболевании и разделять их по категориям. Полученные нейросетью данные мы использовали для того, чтобы построить математическую модель развития пандемии. Результаты нашей работы показали, что в социальных сетях отражается информация, достаточная для того, чтобы построить кривую заболеваемости. Мы использовали также модифицированную модель SEIR — в ней рассматриваются отдельные группы подверженных заболеванию и инфицированных людей, выздоровевших и тех, кто может представлять опасность заражения. Прогноз динамики пандемии строится с помощью системы дифференциальных уравнений с коэффициентами, полученными методами машинного обучения, учитывающей группы людей разной стадии заболеваемости.

Наиболее эффективные инструменты, которые развиваем и мы, и наши коллеги за рубежом, построены именно на сочетании инструментов и алгоритмов машинного обучения и детерминированных моделей, в частности модели SEIR. В результате строится композиционная модель и на ее основе выводятся прогнозы развития пандемии.

Наши прогнозы показали точность динамики пандемии в Московском регионе на уровне 80% — это предсказание количества заболевших в течение 14 дней.



**— Вы переносили эти алгоритмы нейросетевого анализа на другие социальные сети?**

— Нет, такой задачи у нас еще не было. Но при необходимости можно перенастроить нейросеть и перенести наши разработки на другие интернет-пространства.

**— Прогнозирование пандемии COVID-19 — не единственное ваше исследование. Раньше выходили публикации, посвященные определению пола и возраста пользователей социальных сетей с помощью методов машинного обучения. Для каких целей могут использоваться эти разработки?**

— Мы продолжаем заниматься этой темой — это часть общей задачи авторского профилирования. Мы пытаемся научить машину определять пол и возраст автора текста, находить ложь и признаки искажения информации. Возможно идентифицировать и социальную принадлежность: например, разделить людей с высшим образованием и без него или понять, носитель ли автор текста того языка, на котором пишет. Фактически машина, проанализировав текст, должна максимально много понять об авторе.

Решение этих задач может быть использовано, например, в судебной экспертизе или при определении вредоносной и ложной информации. Если не совпадают указанные и ожидаемые признаки пола или возраста, есть основание более тщательно проверить сообщение — не фейк ли это. Кроме того, разработки могут быть использованы в адресном маркетинге.

Мы рассматривали задачи определения пола и возраста, когда автор не пытался их исказить, а также в ситуациях, когда пользователь намеренно давал ложную информацию. Точно так же в набор данных,

на которых обучалась нейросеть, мы вносили заведомые искажения стиля — например, когда достаточно интеллигентный человек использовал просторечные или жаргонные слова. Наверное, сейчас это самый представительный корпус для анализа русскоязычного текста: точность определения пола при анализе неискаженного текста достигает 90%.

**— Какие еще исследования в области нейросетей и машинного обучения вы проводите?**

— Сейчас мы разрабатываем нейросети, которые могли бы анализировать отзывы пользователей о медикаментах. Нам удалось собрать набор размеченных текстов для обучения нейросети, которая анализирует информацию в социальных сетях.

Эта работа нужна для фармаконадзора: информация из социальных сетей расширяет аудиторию, по которой можно судить о наличии тех или иных побочных эффектов или результативности приема препаратов. Это может дополнять информацию данных клинических испытаний лекарств.

**— Требуется ли участие специалистов из других научных областей при обучении нейросетей конкретным задачам?**

— Конечно, в той или иной степени ученые из других областей должны присутствовать. В большинстве случаев мы обучаем машину на примерах текстов, которым специалисты по тематике присвоили те или иные классификации. Мы как технические специалисты не можем сделать это сами, потому что не владеем тематикой. Например, если мы анализируем важную для фармацевтов информацию, данные должны размечать именно фармацевты, знакомые с нюансами.

Для более простых задач такая работа была проведена раньше: эту информацию

можно найти в открытых источниках и пользоваться чужой разметкой.

**— Вы взаимодействуете с коллегами из других подразделений Курчатовского института?**

— Конечно. В большой степени это сотрудничество с робототехниками: мы ведем разработки в области интерфейса «человек — машина». Это междисциплинарная работа, включающая и робототехнику, и машинное обучение, и анализ текста.

**— Машинное обучение и нейросети — насколько это затратные области в плане вычислительных мощностей?**

— С появлением супербольших моделей, так называемых языковых моделей трансформерного типа, стали нужны колоссальные вычислительные мощности, крупнейшие компьютерные системы. Передовой край искусственных нейронных моделей — большие, топовые компьютеры, которые позволяют «перемалывать» модели с миллиардными количествами параметров.

**— Каковы перспективы в области машинного обучения? Какие разработки ведутся, к чему стремятся ученые в мире?**

— Прежде всего, представляет интерес задача выделения смысловой информации из общей массы контента и ее обобщения, то есть возможность научить машину анализировать информацию так, как это делает человек. Мы же не запоминаем текст как таковой, а понимаем его суть и смысл. Например, читаем, как человек жалуется на пандемию: приходится сидеть дома, плохо себя чувствует, кто-то из родственников серьезно заболел. У нас формируется смысловое понятие — ухудшение ситуации. Машины пока не умеют выделять смыслы, которые зачастую формируются из многих косвенных признаков, но к этому сейчас идет прогресс.

Кроме того, сегодня для того, чтобы проанализировать информацию и решить определенную задачу, мы заставляем компьютер просчитывать огромные объемы данных, нам нужны серьезные энергетические ресурсы. А человеческий мозг способен решать такие задачи очень экономно. Поэтому наша вторая задача — это попытка воспроизвести более близкие к природе механизмы обмена информацией, которые требуют меньше вычислительных мощностей. Неслучайно наш научный комплекс называется Курчатовский комплекс НБИКС-природоподобных технологий. Именно эта идея была заложена М.В. Ковальчуком при его создании — воспроизвести в технологиях природные процессы.

Задача по приближению к природоподобным образцам решается путем использования спайковых нейросетевых моделей — это новое поколение, которое строится из систем нейронов динамического, а не статического характера, то есть в этом отношении они ближе к тому, как происходит обмен информацией в нашем мозге. Спайковые модели интересны тем, что их можно переносить на мемристорные вычислительные устройства, которые требуют меньше энергии. Эта задача напрямую связана с развитием автономных робототехнических систем, ключевой проблемой которых пока остается энергозатратность вычислительных устройств.

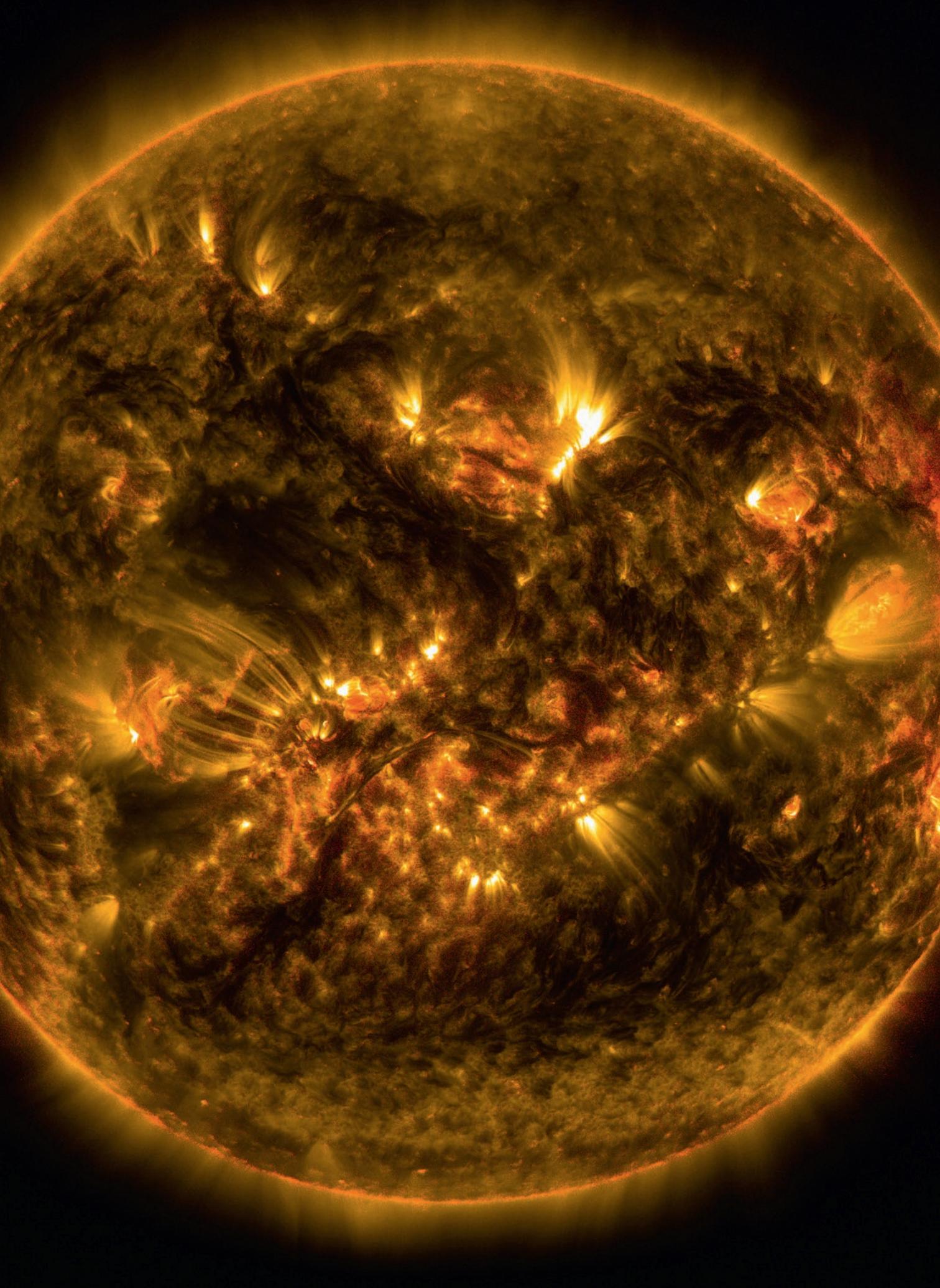
**Чтобы проанализировать информацию и решить определенную задачу, мы заставляем компьютер просчитывать огромные объемы данных, нам нужны серьезные энергетические ресурсы. А человеческий мозг способен решать такие задачи очень экономно**

Уже давно сформулирована цель создать высокий искусственный интеллект. Научить машину перестраивать свои действия, менять методы решения в процессе работы над какой-то задачей — это верховный интеллект. Добиться этого непросто.

Сегодня ученые только пытаются строить модели, исходя из биологической структуры мозга и методов обмена электрохимическими агентами. Мы в своей работе используем некоторые принципы биологического анализа информации, чтобы при решении задач результат работы машины напоминал то, что получает человек, анализируя информацию.

Сегодня область нейросетей и машинного обучения развивается очень быстро, впереди много новых достижений. ■

**Беседовал Александр Бурмистров**





АСТРОФИЗИКА

# СИЛА СОЛНЦА

Как Солнце влияет на Землю, возможна ли жизнь на звезде и каковы главные загадки нашего светила? На эти и многие другие вопросы отвечает **Андрей Всеволодович Медведев**, член-корреспондент РАН, директор Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН.



Член-корреспондент РАН  
А.В. Медведев

**— Как Солнце влияет на температуру на Земле, какой вклад вносит в глобальное потепление?**

— Вопрос очень дискуссионный. Согласно наиболее распространенной сегодня версии, одной из главных причин глобального изменения климата считается антропогенный фактор; при этом, на мой взгляд, природным процессам уделяется недостаточно внимания и солнечная активность может играть здесь далеко не последнюю роль.

Очень многие факты нашей истории говорят о том, что существует несомненная связь между солнечной активностью и климатом. Многие наверняка слышали о таком явлении, как минимум Маундера, когда на протяжении практически сотни лет, с 1645 по 1715 г., солнечная активность была минимальна. Этот же период соответствует и внезапному похолоданию климата нижней атмосферы на всей Земле — так называемому малому ледниковому периоду.

**— А что имеется в виду под минимальной солнечной активностью?**

— Маленькое количество солнечных пятен. Начиная с XVII в., со времен Галилея, ведутся систематические наблюдения пятен на Солнце. Благодаря этим исследованиям мы можем сегодня говорить, насколько активно или неактивно Солнце было в тот или иной период в истории. Так вот, упомянутый маундеровский минимум — это период крайне низкой солнечной активности, который длился на протяжении 70 лет.

**— Что спровоцировало это явление?**

— А это, собственно, самый главный вопрос, который мы задаем и себе, и природе: что служит причиной солнечной активности и ее цикличности? Давно известно, что наше Солнце циклично. Выделяют 11-летний, 22-летний и другие циклы солнечной активности, которые связаны с регулярной перестройкой магнитных полей на Солнце. В периоды минимума солнечной активности пятен на Солнце практически нет, можно сказать, что оно пассивно и его воздействие на Землю минимально, если говорить об эффектах, связанных с геомагнитными событиями: бурями, полярными сияниями и пр. Тем не менее, как мы знаем, светимость Солнца примерно постоянна.

Геомагнитная активность, то есть то, что происходит здесь, на Земле, связана с периодической активностью различной природы на Солнце; как я уже сказал, речь идет о регулярной перестройке магнитных полей на Солнце. И сегодня уже есть устойчивые, хорошо развитые теории, объясняющие эти процессы и подтверждающиеся экспериментами. Одна из таких теорий — схема солнечного динамо, которая связана с дифференциальным вращением Солнца.

**— Расскажите, пожалуйста, об этом подробнее.**

— Солнце можно рассматривать и как жидкость, и как газ — в зависимости от того, на какой высоте ведутся наблюдения. Угловая скорость вращения вещества Солнца

различается в зависимости от широты (полюс или экватор) и глубины слоя. При этом заряженные частицы получают различную угловую скорость и составляющую движения друг относительно друга, которое создает сложную картину электрических токов, индуцирующих не менее сложное переменное магнитное поле. Так вот, динамо-эффект обеспечивает наше понимание этой периодичности солнечной активности. Но в целом, конечно, фундаментальных вопросов к Солнцу у нас еще очень много, в том числе и по теории динамо.

— **Вернемся к малому ледниковому периоду, предположительно коррелирующему с маундеровским минимумом. Какие события тогда происходили? Люди в Европе катались на коньках по замерзшим рекам и каналам?**

— Вспомните картины художников той эпохи — Брейгелей, Абрахама Хондиуса и других, где как раз таки изображены замерзшие реки, каналы и люди, играющие в снежки и катающиеся на коньках. Сегодня нам сложно представить нечто подобное в той же Голландии или, например, Бельгии. А для них это было обычным явлением. Похолодание в Европе началось даже раньше 1645 г., причем Россия была одной из наиболее пострадавших стран в этот период. Многолетние неурожай и голод впоследствии привели к Смуте.

— **А если уйти еще дальше в историю, к последнему ледниковому периоду, который завершился примерно 13 тыс. лет назад, — он мог быть связан с понижением солнечной активности?**

— Это очень непростой вопрос, который остается открытым. Мне встречались заметки о существовании методов определения палеогеомагнитной активности на основе содержания космогенных изотопов различных элементов в кернах льда, но я пока не берусь судить, насколько они достоверны. Солнечная вспышка — явление очень кратковременное. Может ли отклик от него сохраниться на протяжении тысяч лет? Не уверен.

— **Как вы относитесь к идеям биофизика и философа А.Л. Чижевского, который считал, что социальные процессы на Земле, например революции, связаны с солнечной активностью? И не только они, но еще и эпидемии среди людей и животных.**

— А.Л. Чижевский — замечательный ученый и во многом, конечно, прорицатель. Но все-таки нам не стоит впадать в солнечный

## Справка

Динамо-эффект (гидромагнитное динамо) — самовозбуждение магнитных полей вследствие движения проводящей жидкости или газовой плазмы. Динамо-эффект привлекают для объяснения происхождения и поддержания магнитных полей Земли и других планет с жидким ядром, Солнца и звезд.

Источник: «Словари и энциклопедии на "Академике"».

детерминизм и утверждать, что абсолютно все жизненные процессы на Земле, в том числе социальные, обусловлены активностью Солнца.

В свое время я прочел очень много книг и статей А.Л. Чижевского и могу сказать, что графики и корреляции, приведенные в них, могут вызвать даже некоторую оторопь у человека, не пытающегося проникнуть в глубину проблемы, — ну настолько там все детерминировано Солнцем! Но на самом деле, если пытаться осмыслить это на более профессиональном и вездливом уровне, многие корреляции солнечной активности с событиями на Земле становятся очень малозначительными — что-то на уровне информационного шума.

В целом, конечно, это та область исследований, в которой нам еще предстоит поработать, но на новом уровне, в том числе и математических знаний, то есть поиска статистически достоверных явлений. Пока я не могу сказать, что все гипотезы А.Л. Чижевского подтверждаются на современном уровне знаний.

— **Влияет ли Солнце на извержение вулканов на Земле?**

— Этот вопрос ученые обсуждают довольно часто, и исследования продолжаются.



Ян Брейгель Старший. Зимний пейзаж (ок. 1625).

**Солнечные пятна** — это темные области на поверхности Солнца, вызванные интенсивным магнитным потоком из недр звезды. В области активных зон, окружающих солнечные пятна, происходят вспышки, при которых выделяется значительная энергия.



Солнце 22 марта 2022 г.

На сегодня достоверно подтвержденных корреляций между уровнем солнечной и сейсмической активности не существует.

— **Сейчас, когда весь мир окутан проводами, изучение активности Солнца становится особенно актуальным. А случались ли в прошлом какие-то техногенные аварии, спровоцированные нашей звездой?**

— Да. Мы можем вспомнить как минимум о двух таких событиях. Одно из них, так называемое Квебекское событие, произошло в 1989 г. в одноименной канадской провинции: из-за атаки магнитной бури, которая вызвала огромные наведенные токи, все электричество почти на сутки вышло из строя, что привело к большим экономическим потерям. Другое, не менее интересное событие произошло гораздо раньше, в 1859 г., — это знаменитая геомагнитная буря Кэррингтона, мощнейшая за всю историю наблюдений. Солнечный супершторм, еще одно из названий этого события, вызвал отказ телеграфных сетей практически по всей Земле. Кроме того, по всему миру, даже в южных областях, 1–2 сентября 1859 г. наблюдались полярные сияния — одно из проявлений геомагнитной бури.

К тому моменту, когда произошло событие Кэррингтона, в мире уже существовали геомагнитные наблюдения, и сегодня мы можем говорить о примерной мощности этой бури в современных единицах. Она в разы превышала мощность события 1989 г. и составляла до 1,5 тыс. нТл.

Геомагнитная буря 1859 г. поразила самую продвинутую часть техносферы того времени — телеграфную сеть, которая, между прочим, на тот момент имела общую протяженность как минимум в несколько тысяч километров. Медные провода вышли из строя, телеграфные аппараты искрились, переставали работать, телеграфистов било током. Сегодня мы можем только с ужасом представить, что было бы, если бы такая мощная геомагнитная буря случилась в наше время, с нашим уровнем технологического развития!

Воздействие Солнца на Землю — факт неоспоримый, и, к сожалению, это воздействие не всегда предсказуемо. Задача современной науки — создать модели и средства наблюдения, которые позволили бы за несколько суток предупредить жителей планеты о возможных последствиях явлений на Солнце.

— **Разве сейчас таких средств нет?**

— Они есть, но достоверность их предсказаний пока не вызывает удовлетворения. Но это направление развивается, и наш институт тоже занят разработкой новых инструментов большей чувствительности, информативности, которые, помимо решения фундаментальных неизученных проблем, связанных с Солнцем, помогут строить и предсказательные модели.

— **А что это за фундаментальные и неизученные проблемы, связанные с Солнцем, о которых вы говорите? Расскажите о самых интересных.**

— Во-первых, мы должны понять процесс трансформации магнитного поля, или так называемый альфа-эффект. О чем идет речь? Магнитное поле Солнца не просто уменьшается или усиливается, а периодически скручивается в торообразное состояние, а потом снова возвращается в шарообразное, грубо говоря, состояние. Изучение этой трансформации имеет фундаментальное значение. Процесс скручивания магнитного поля в тор, когда экватор движется быстрее, чем полюса, нам более или менее понятен, но восстановление полоидального поля из тороидального, тот самый альфа-эффект, уже совершенно неоднозначен, ведь самого процесса раскручивания мы не наблюдаем.

Есть несколько перспективных теорий, но для того, чтобы их проверить, необходимо разрешение телескопа по диску Солнца порядка нескольких десятков километров. Такое разрешение способны обеспечить только самые крупные солнечные инструменты с самыми совершенными системами устранения атмосферных искажений. Сейчас достраивается четырехметровый Солнечный телескоп им. Дэниела Иноуэ на Гавайях, наш институт в рамках проекта «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН» закончил проектирование крупного отечественного солнечного телескопа с диаметром зеркала 3 м. Он будет построен в Саянской солнечной обсерватории на границе с Монголией.

Вторая фундаментальная проблема — повышение температуры плазмы в короне Солнца, то есть корона Солнца горячее его поверхности. За счет чего это достигается? А это тоже важнейшая фундаментальная задача, которую еще предстоит решить.

Третий, но не последний пример фундаментальной проблемы — все современные модели ионосферы Земли (ионизированная часть верхних слоев атмосферы Земли на высотах примерно от 50 до 1 тыс. км. — Примеч. ред.) опираются на уровни солнечной и геомагнитной активности. Во время последних двух солнечных циклов мы имели достаточно продолжительный период низкого

**Сфера Дайсона** — предложенное Фрименом Дайсоном в 1959 г. огромное инженерное сооружение, собирающее излучаемую энергию звезды, в виде тонкой сферической оболочки большого радиуса со звездой в центре. Нечто похожее еще в 1937 г. описывал философ-футуролог Олаф Стэплдон.

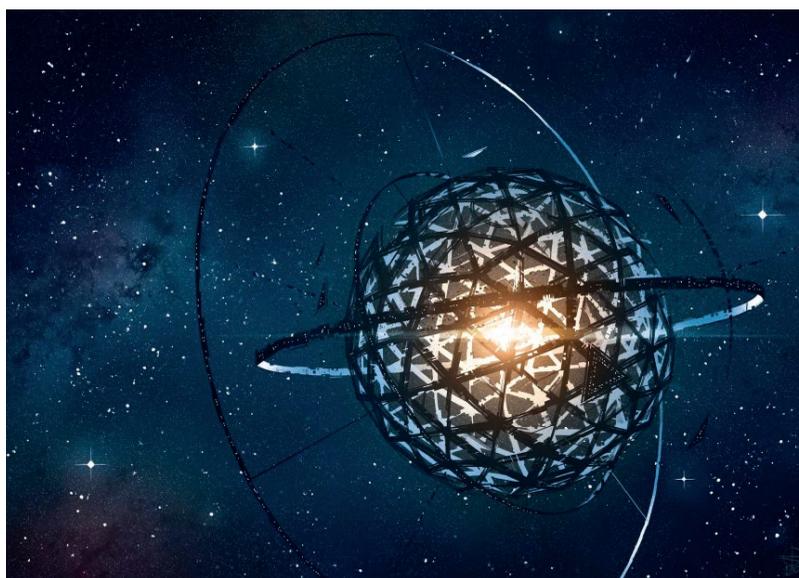
уровня солнечной и геомагнитной активности, и в этом случае ионосфера у нас должна быть спокойной, но мы видим очень большие возмущения. Эта проблема имеет ряд прикладных аспектов, поэтому она особенно важна для изучения.

— **Вы упомянули циклы солнечной активности. А в какой фазе цикла мы находимся сейчас?**

— Мы находимся в начале 25-го по счету 11-летнего цикла, когда идет нарастание солнечной активности. Мы немножко отдохнули в минимуме солнечной активности и теперь выходим на период учащенных наблюдений за Солнцем. Таких интересных явлений, как геомагнитные бури, становится все больше и больше, есть что наблюдать. Кстати, у нас в институте находится единственный в России радар некогерентного рассеяния, который может исследовать сразу целый спектр параметров верхней атмосферы Земли, или ионосферы. Для нас, ученых, предстоящий период геомагнитных бурь — самый информативный и интересный, так что мы активно включаемся в работу.

— **Поговорим о будущем. Сфера Дайсона когда-нибудь может стать реальностью?**

— Давайте не будем говорить про техническую реализацию, но сама идея очень красивая и замечательная! С другой стороны, уже сейчас мы видим последствия использования энергетических ресурсов на Земле: глобальное потепление климата. Как же мы будем управляться с энергией Солнца, которая для нас вообще не предназначена, если даже на своей планете не можем остановить перегрев?



**— Так это на Земле. А сфера Дайсона же будет далеко от нас, в районе Солнца.**

— Не совсем так. Сфера Дайсона как раз и предназначена для того, чтобы собрать энергию и использовать ее для себя, на Земле, что у меня лично вызывает большие сомнения. Конечно, если собрать эту энергию где-нибудь на Луне, запитать ею парусник и отправить корабль в далекий космос, то это уже совсем другая история. Но глобально, в моем понимании, сфера Дайсона — это просто источник бесплатной энергии, причем в неограниченных количествах, для Земли. Хотя для путешествий в космосе ее теоретически тоже можно использовать. Сама идея, конечно, хороша, но как ее реализовать — большой вопрос.

Примечательно, что сфера Дайсона обещает какой-то поистине безумный поток энергии. Но все будет зависеть от того, как мы сможем ее развернуть. А вообще прямое наше будущее — это, конечно, термоядерная энергия, которая в отличие от сферы Дайсона у нас уже практически в руках. Я уверен, что если рост цен на углеводороды продолжится и дальше, то появление термоядерной энергетики не заставит себя долго ждать.

**— Давайте еще немного пофантазируем. Стивен Хокинг говорил, что на газовых планетах-гигантах могут существовать инопланетяне из газа, использующие энергию молниевых бурь — частое явление на таких планетах. А что насчет жизни на Солнце?**

— Для начала давайте определимся с тем, что такое жизнь. Как известно из школьной

программы, жизнь есть форма существования белковых тел. Но, боюсь, такое определение нам не очень подходит. Если же первым и главным признаком жизни считать воспроизведение самих себя или какой-то своей копии в окружающем мире (то есть размножение), тогда нам открывается очень большой простор для полета фантазии. Тогда окажется, что и земные кристаллы, между прочим, — это живые существа. Так что если проследишь в таком ключе, то почему бы и нет?

Я не химик и не биолог, поэтому не могу говорить с точки зрения воспроизведения химически сложных соединений. Но мы можем поговорить, например, о неких гипотетических плазменных образованиях. Наверняка все слышали о шаровой молнии. Вообще-то многие про нее только слышали, но мало кто видел. Так вот, возьмем такой объект, как шаровая молния, — некий плазменный сгусток, непонятно чем удерживаемый, может быть, самоиндуцированными магнитными полями. Но почему бы ему, например, кроме всего прочего, не иметь такое чудесное свойство, как самовоспроизводство, или размножение?

**— Существуют сообщения о наблюдениях целых групп шаровых молний<sup>1</sup>. Вы имеете в виду что-то вроде этого?**

— Я не знаю ни одной до конца выстроенной и обоснованной теории шаровой молнии. Назвать их теориями у меня пока язык не повернется. Возвращаясь к вашему вопросу: да, быть может, эти сгустки, семейки, клины шаровых молний, куда-то дружно летящие, и есть ответ. Может быть, жизнь



*Сибирский радиогелиограф, один из уже построенных объектов Национального гелиогеофизического комплекса РАН, должен быть введен в строй в этом году (слева). В ходе тестовых наблюдений Сибирского радиогелиографа Национального гелиогеофизического комплекса РАН собраны уникальные данные о Солнце. Аппарат позволяет получать, например, объемные изображения корональных дыр, протуберанцев, областей активности (справа).*

на Солнце могла бы представлять собой что-то наподобие неких плазменных структур. Почему бы и нет?

— Вернемся на Землю, где прямо сейчас создается мегапроект «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН». Расскажите о нем подробнее.

— Как я уже говорил, в системе «Солнце — Земля» существует множество интереснейших фундаментальных проблем, которые нужно решать. Каким образом? Создавая инструменты нового поколения. Строящийся на территории Иркутской области и Бурятии гелиогеофизический комплекс РАН — один из важнейших и крупнейших объектов научной инфраструктуры в стране. Он состоит из целого набора наземных инструментов совершенно нового уровня, которые либо находятся на вершине мировых достижений в этой области, либо их превосходят.

Проект включает в себя, в частности, крупный оптический солнечный телескоп с трехметровым зеркалом. Сложнейший объект! В составе комплекса также многоволновой радиогелиограф, то есть радиотелескоп, который не только сможет увидеть одну поверхность над Солнцем в области короны, но и проникнет вглубь этой короны. Фактически это томограф для солнечной короны, с помощью которого мы увидим ее на протяженной глубине.

Еще один крупный и важный инструмент — всеатмосферный наземный радар, который способен с высокой эффективностью исследовать воздействие солнечной активности на ближний космос и на атмосферу Земли. Радар будет изучать процессы, связанные с воздействием на нашу планету извне, вплоть до 2 тыс. км от Земли. Он также поможет пролить свет на вопрос, который вы задавали, — о влиянии Солнца на сейсмическую активность на Земле.

Все установки комплекса уникальны. Часть из них сейчас проектируются, часть уже прошли проектную экспертизу и готовы к строительству. Закончено строительство комплекса оптических инструментов для масштабного изучения разнообразных явлений свечения атмосферы. Упомянутый



Первый объект Национального гелиогеофизического комплекса РАН — комплекс оптических инструментов в Торах (Бурятия) — уже готов

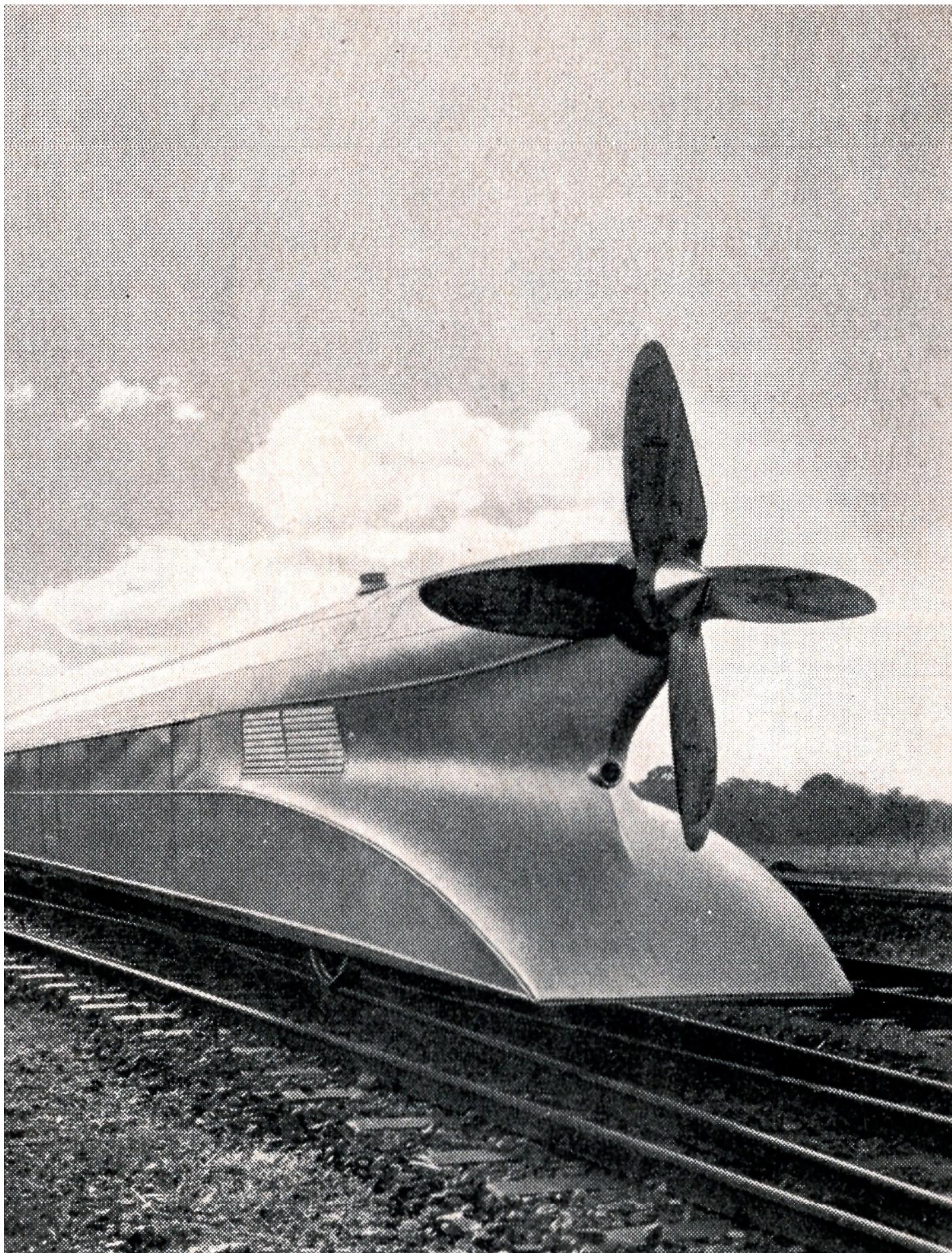
мной многоволновой радиогелиограф практически на выходе. Он уже дает научные результаты, от которых, кстати, приходят в восторг наши зарубежные коллеги.

— Андрей Всеволодович, и все-таки зачем нам изучать Солнце? Какой главный бонус для человечества в подобных исследованиях?

— Солнце, безусловно, нужно исследовать — и не только его, но и ближний космос, и межпланетное космическое пространство. И как бы нам ни казалось это чем-то абстрактным и далеким от нашей непосредственной жизни, такие исследования имеют самое что ни на есть прикладное значение, ведь чем больше мы развиваем нашу техносферу, тем больше начинаем зависеть от состояния окружающей среды. Обратите, в эту окружающую среду у нас включен и ближний космос. Мы уже не мыслим свою деятельность без связи, навигации, радиолокации. Процессы, проходящие в ближнем космосе, уже сейчас сказываются самым непосредственным образом на системах ближайшего жизнеобеспечения, таких как энергетические системы и др., — и могут сказаться в будущем.

Изучение Солнца и космоса в целом еще интереснее с точки зрения получения новых фундаментальных знаний о физике, о том, что вокруг нас происходит, и для этого на современном уровне нам надо иметь высокотехнологичные приборы — да, они сложные и дорогие, но без них не обойтись. ■

<sup>1</sup> A. Chilingarian et al., *Origin of enhanced gamma radiation in thunderclouds*, *Phys. Rev. Res.* 1, 033167 (2019).



## ◀ «Рельсовый цеппелин»

История вообще любит закольцовывать свои сюжеты. История техники — не исключение. Как раз в 1929 г., когда в СССР был расстрелян Н.К. фон Мекк, в Германии инженеры поставили на рельсы «самый быстрый в мире поезд» — пропеллеровоз «Рельсовый цеппелин» (Schienenzeppelin). Этот легкий (20 т по паровозным меркам — не вес) паровоз в мае 1931 г. установил рекорд скорости на железных дорогах — 225 км/ч. Достижение продержалось непобитым 23 года. Железнодорожный «дирижабль» был выпущен в единственном экземпляре, и жизнь ему была отведена короткая: в 1939 г. «Рельсовый цеппелин» был разобран ради алюминия. Но след от него остался, например, на рекламном вкладыше в сигаретной пачке того времени.

# Аэродинамические

## тоннелеры

# железных дорог



а исключением скорости новое время не дало человеку ни единой качественно новой концепции», — заметил Иосиф Бродский в одном из своих интервью (1983). Зато новое время, добавим мы к словам нобелевского лауреата, дало возможность визуализировать само ощущение скорости. Зафиксировать, превратить в научно-технический артефакт это ощущение можно двумя способами: с помощью формул ( $F = ma$ , например) и с помощью различного рода изображений. Дальше я буду говорить об одном специфическом виде изображений — обложках журналов и рекламных постерах с изображением паровозов. Еще точнее — с изображением скоростных паровозов. Вот где символ мощи (мощности), визуализированный образ скорости и энергии как таковой.

**Андрей Ваганов**



**Паровоз Commodor Vanderbilt** компании New York Central Lines, рекламный вкладыш в сигаретной пачке (1935)

Журнальная обложка — это вообще один из любимых объектов изучения антропологов, психологов, социологов, маркетологов, специалистов по рекламе. Но до сих пор она практически не рассматривалась историками науки как исторический источник (или, по крайней мере, как историческое свидетельство). Между тем «...ретроспектива обложек журналов — едва ли не единственное средство "развернуть" вспять временную ось <...>. Обложка журнала — пространственно-временной "скол" быстротекущей жизни, фиксированный в изображениях событий персонажей, ситуаций», — подчеркивали А.А. и С.А. Венгерovy, авторы выставки «XX век. Мы — в обложке», проходившей в 2000 г. в Государственном музее изобразительных искусств им. А.С. Пушкина в Москве. Помимо того, обложка замечательно маркирует, если можно так сказать, аромат эпохи (в нашем случае — эпохи обтекаемости). А что самое ценное — маркирует «бессознательно»; данный процесс — сугубо статистический, специально им никто не управляет; то есть максимально объективный.

Как видоизменялись в России восприятие и образ такого технического шедевра, как паровоз? При первом появлении в России (1836–1837) это чудо эпохи промышленной революции описывалось современниками с мифологическим придыханием: «...конь дышит огненной пеною, оставляя за собой белое облако пара»; «сей грозный исполин, пыща пламенем, дымом и кипящими

брызгами, двинулся вперед...» (цитаты из газет того времени). Перепрыгнем сразу в век двадцатый...

Период примерно с 1915 по 1940 г. — золотой век паровозов и железных дорог. А 30-е гг. прошлого века — это апофеоз паровозной тематики на журнальных обложках и в мире, и в СССР. Это стиль эпохи индустриализации! Что опять-таки вполне объяснимо.

«В то время как за весь дореволюционный период железные дороги царской России довели свой грузооборот только до 132,4 млн т, один лишь прирост грузооборота железных дорог СССР за годы двух сталинских пятилеток [1928–1938 гг.] составил 361,1 млн т — в 2,7 раза больше всего грузооборота железных дорог царской России», — рапортовали советские специалисты-железнодорожники Л. Вольфсон, А. Корнеев и Н. Шильников в книге «Развитие железных дорог СССР» (М., 1939). В 1936 г. в СССР вышло 1120 наименований книг по железнодорожной технике. По этому показателю железные дороги уступали только строительной технике (1350 наименований печатных изданий).

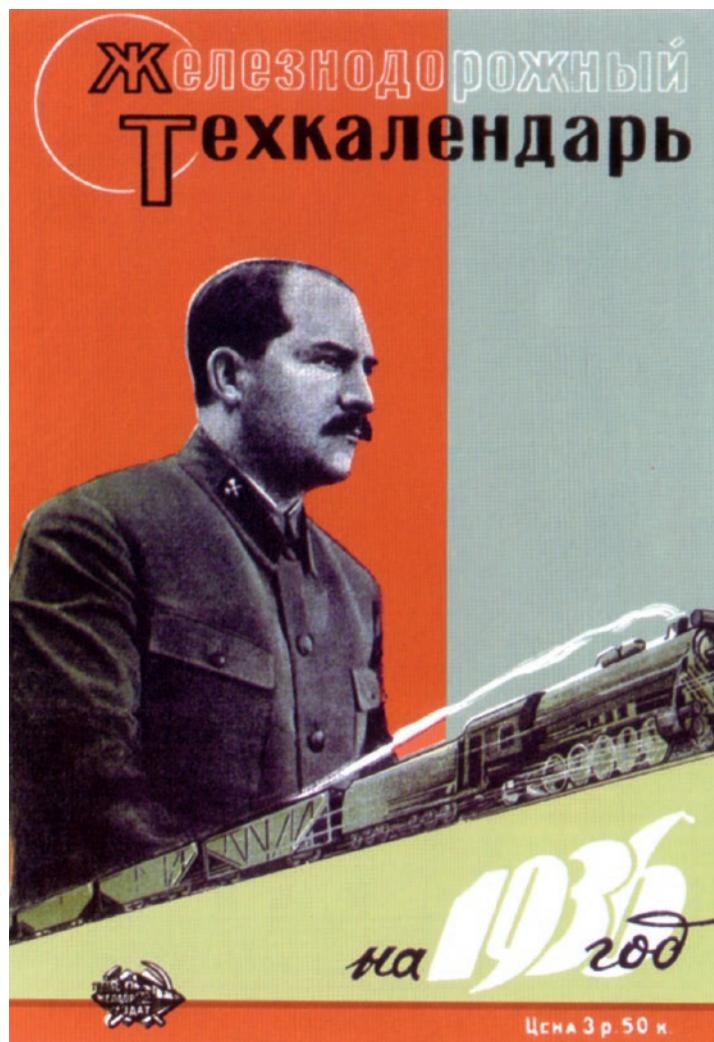
Переломной для советского паровозостроения стала середина 1930-х гг. Именно в этот момент создается серия магистральных грузовых паровозов ФД («Феликс Дзержинский») — этапная серия, которая ознаменовала переход от европейских принципов паровозостроения к американским. Чисто внешне это сказалось на увеличении длины паровоза — за счет увеличения размеров котла. Но были и другие серьезные нововведения.

Прежде всего, при расчете многих узлов паровоза были снижены неоправданно высокие запасы прочности конструкции.

Паровозы серии ФД20 (по прозвищу «Федя») стали самыми мощными отечественными грузовыми серийными паровозами (3,2 тыс. л.с., общая масса — до 137 т). Это были локомотивы с пятью движущимися осями (осевая формула — 1-5-1, то есть одна так называемая бегунковая ось, пять движущих осей и одна поддерживающая). Конструкционная скорость — 85 км/ч. Начали они проектироваться еще в 1930 г. в Техническом бюро Транспортного отдела ОГПУ (Объединенное государственное политическое управление — специальный орган государственной безопасности СССР). Отсюда понятно и название серии — «в честь организатора борьбы за обновление и реконструкцию социалистического транспорта, чекиста, непримиримого борца с контрреволюцией, саботажем и вредительством, верного

часового пролетарской страны, железного Феликса Дзержинского». Причем от начала проектирования до создания первого паровоза серии ФД20 прошло... 170 дней! Небывалые темпы в мировом паровозостроении.

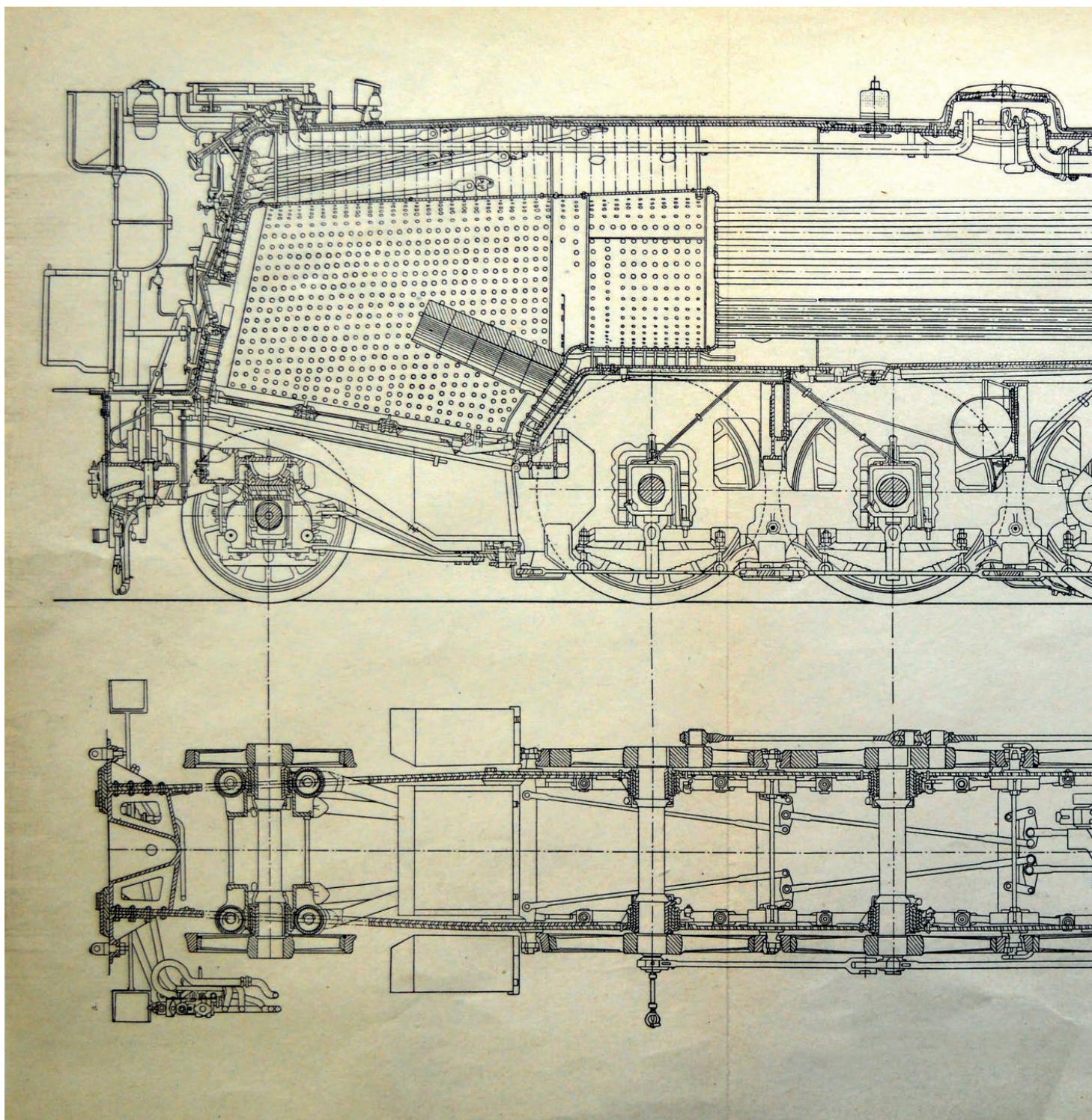
Впрочем, как отмечает С. Кирсанов, автор предисловия к книге Г.А. Озерова (псевдоним Л.Л. Кербера) «Туполевская шарага» (1973), «относительно паровозов ФД и ИС (о паровозах серии ИС речь ниже. — А.В.) надо сказать, что они были продолжением разработки паровозов серии Т, прерванной производством в начале 1929 г. в связи с расстрелом фон Мекка, сторонника введения более мощных типов паровозов и их эксплуатации на советских железных дорогах». Николай Карлович фон Мекк (1863–1929) — человек, которого сегодня назвали бы «технологический предприниматель», а тогда называли «железнодорожный магнат», энтузиаст развития автомобилизма и железных дорог в России/СССР.



## «Феликс Дзержинский»

Как бы там ни было, с 1933 г. советские паровозы ФД серийно выпускались на Луганском паровозостроительном заводе. В 1936 г. было построено 664 этих машины. И это сразу отразилось на журнальных обложках. Одна из самых выразительных — на «Железнодорожном техкалендаре на 1936 год». Мощный паровой локомотив ФД буквально вырывается за пределы обложки. И все это — на фоне гигантского портрета грозного наркома путей сообщения СССР Л.М. Кагановича. Недаром Каганович призывал в 1938 г.: «Будем работать так, чтобы уверенно, с честью нести знамя нашей великой железнодорожной державы».

Можно отметить одну внешнюю, но важную особенность паровозов ФД20 — явно намечившуюся тенденцию к «зализанным» аэродинамическим формам. По крайней мере, накрыть этот локомотив обтекаемым аэродинамическим капотом — этот шаг теперь напрашивался. И это была мировая тенденция, так начиналась эпоха обтекаемости в технике в целом. «Если мы присмотримся к современным высокоскоростным паровозам, то сможем заметить в них те же характерные черты, что и у локомотивов, показавших рекордные скорости в прошлом столетии, — отмечалось в № 8 журнала «Техника — молодежи» за 1936 г. — Мы видим колеса сравнительно большого диаметра, весьма мощные машины, дающие очень быстрое движение поршней, и, наконец, обтекаемую форму кузова <...>. Эта форма не только технически целесообразнее, но и более красива. Обтекаемые паровозы становятся уже модой».



## Эпоха обтекаемости

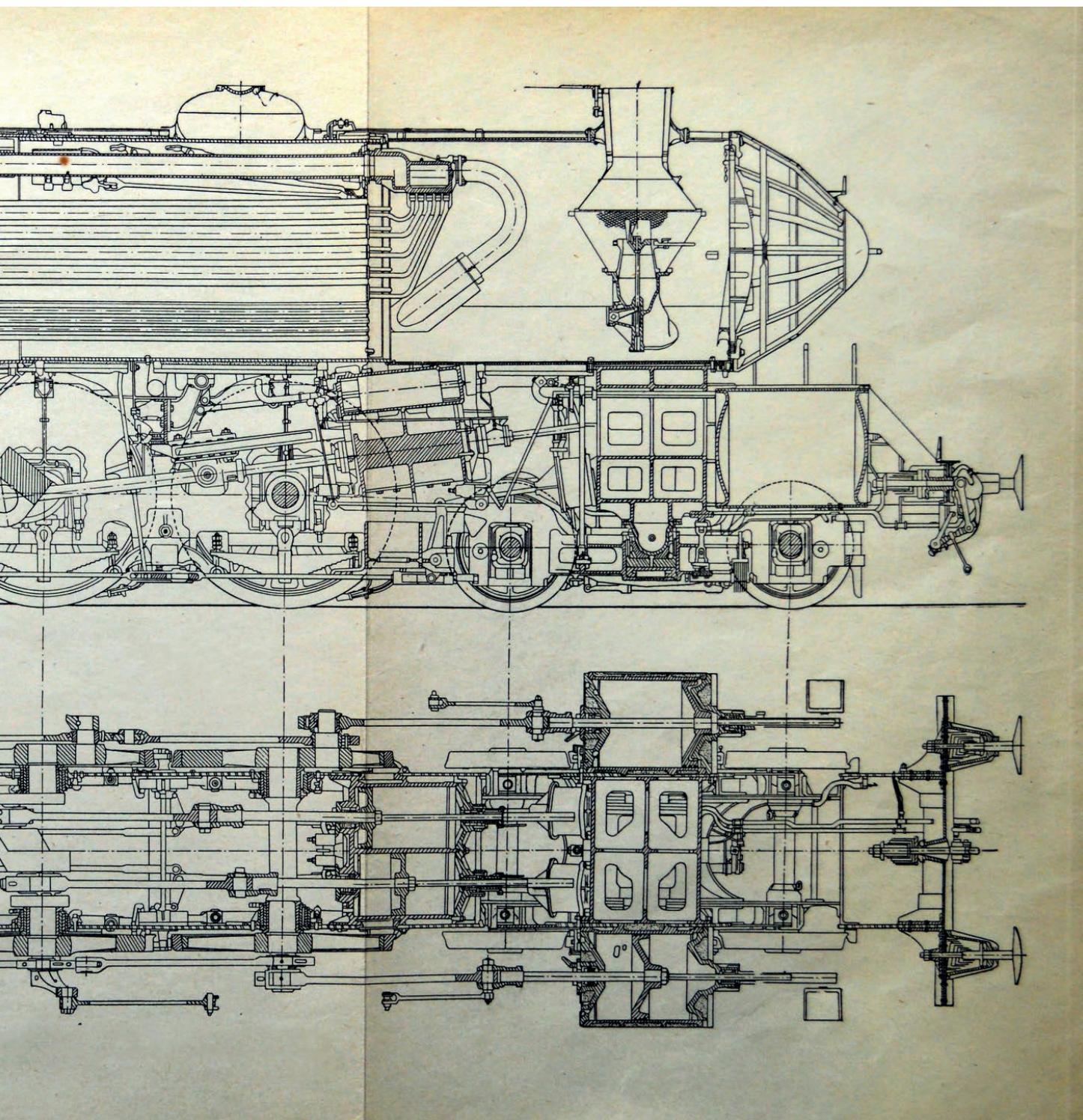
Эпоха обтекаемости — феномен 1930-х гг. Кстати, именно тогда возникла и новая профессия — промышленный дизайнер. Современный российский историк техники А.С. Бернштейн предложил универсальную и очень удобную классификацию конструкций аэродинамических капотов паровозов. Он разделяет их на три класса:

- класс «А» — цельнообтекаемый капот вида «ванночка», закрывающий полностью весь корпус, а иногда и ходовые части паровоза;

- класс «Б» — цельнообтекаемый капот вида «сигара», сохраняющий обычные паровозные очертания за счет придания капоту ракетобразной формы, облегающей котел;

- класс «В» — отдельные аэродинамические капоты в некоторых местах корпуса паровоза.

Так, в начале 1930-х гг. во Франции компанией PLM (Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, «Железные дороги "Париж — Лион" и "Лион — Средиземноморье"») вводится в эксплуатацию



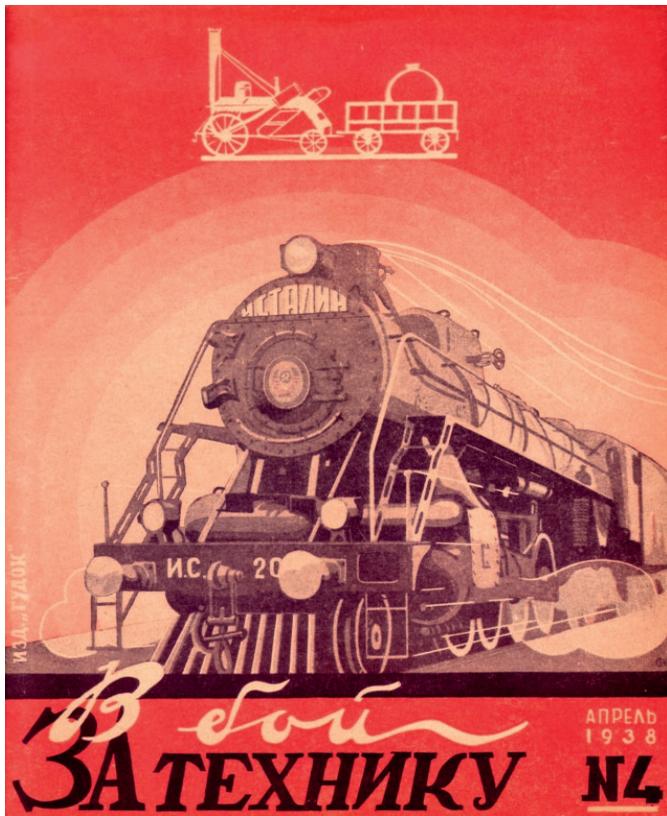
паровоз серии 242Аз с осевой формулой 2–4–1. На этих изящных, но при этом мощных (четырёхцилиндровый компаунд-II, то есть с двойным расширением пара) локомотивах устанавливался капот класса «В». Он прикрывал торец дымовой коробки кожухом сигарообразной формы.

Логика «обтекаемости» понятна. Еще в начале 1930-х гг. испытания локомотивов в аэродинамической трубе, проведенные в СССР (в этих работах, в частности, участвовали специалисты Московского авиационного института), показали, что при скоростях выше 100 км/ч применение обтекаемого кожуха значительно снижает воздушное сопротивление и повышает мощность локомотива.

## «Иосиф Сталин»

Великолепно удалось визуализировать саму идею «обтекаемости» художнику, оформлявшему обложку № 3 журнала «Смена» за 1939 г. Несмотря на всю условность изображения, художник довольно точно передал основные черты конкретной модели — опытного паровоза ИС 20-16 («Иосиф Сталин»); в народе паровозы этой серии называли «ИСак»). Серия ИС создавалась с расчетом на максимальную взаимозаменяемость деталей и узлов с паровозной серией ФД. Собственно, паровозы серии ИС стали пассажирской версией локомотивов ФД.

Серийный паровоз ИС 20-16 имел осевую формулу 1-4-2. Диаметр ведущих колес — 1850 мм, нагрузка на рельсы — 21,5 т. Уже в марте 1937 г. этот локомотив получил цельнообтекаемый аэродинамический капот класса «А», «ванночку», изготовленный из легких алюминиевых сплавов, и предельно облегченный дышловой механизм. Испытание этого паровоза проходило несколько месяцев на железных дорогах Донбасса, а затем на Московско-Курской (тогда — имени Ф.Э. Дзержинского) и Октябрьской железных дорогах. «С составом весом 450 т паровозу удалось достичь скорости 155 км/ч, но в целом выявились серьезные недостатки: сильное подрезание реборд у передней пары ведущих колес и, главное, непригодность ходовых частей к длительной работе при скоростях свыше 120 км/ч. Поэтому специальная комиссия выдала заключение о невозможности приспособления паровозов серии ИС к скоростному движению и рекомендовала приступить к разработке специальных скоростных паровозов в обтекаемых капотах», — отмечает А.С. Бернштейн.



## «ИСак»

И действительно: в дальнейшем не все паровозы серии ИС одевались в аэродинамический капот. Но даже без такого футуристического «украшения» впечатление эта машина производила сильное. «ИСак» был самым мощным пассажирским паровозом Европы. С 1933 по 1942 г. выпущено 649 этих локомотивов.

## Пассажирский паровоз ПЗ6

В 1953 г. на Коломенском паровозостроительном заводе спроектирован и построен пассажирский паровоз ПЗ6 с колесной формулой 2-4-2 и диаметром ведущих колес 1850 мм. «Весь гладкий — струям воздуха не "зацепиться" ни за одну выступающую деталь, — мощный, легко скользящий по рельсам, мчится новый паровоз "2-4-2", — не скрывая восторга, рассказывал о новой машине инженер И. Угаров. — Красивый, стремительный и поистине изящный, он кажется словно созданным для полета — для далеких и свободных странствий, как автомобиль, как самолет». Сегодня мы могли бы добавить к этому сравнительному ряду и слово «ракета».

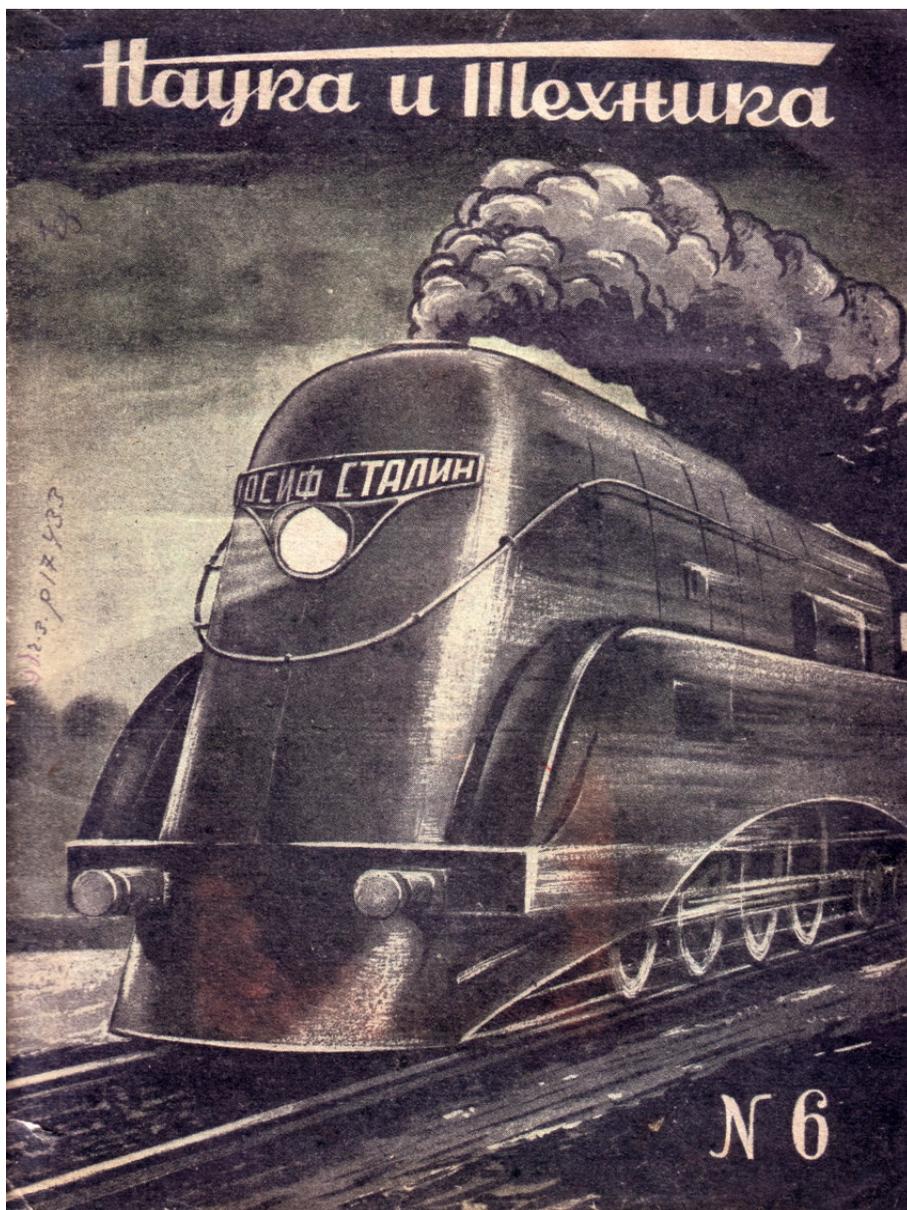
Машина эта, украшающая обложку № 10 журнала «Техника — молодежи» за 1953 г., изображена художником А. Побединским не столько едущей, сколько парящей над водной гладью. Паровоз развивал скорость до 125 км/ч. При этом, по словам инженера Угарова, «в сравнении с паровозом "ИС" паровоз "2-4-2" экономичнее на 15 и более процентов (в зависимости от условий эксплуатации)».

Эти локомотивы стали последним типом отечественных пассажирских паровозов. С 1953 по 1960 г. их было построено более 250, и они прекрасно работали сначала на линиях «Москва — Ленинград» и «Москва — Брест», а затем, вплоть до середины 1970-х гг., на железных дорогах Сибири и Дальнего Востока.

Паровозы ПЗ6 имели аэродинамическую защиту класса «В» — отдельные аэродинамические капоты в некоторых местах корпуса паровоза. Так, верхний капот скрывал надстройки котла, дымоотбойники составляли одно целое с фальшбортами под мостками, а зазор между передней площадкой и дымовой коробкой был перекрыт. Несколько экземпляров этих паровозов сохраниено в качестве музейных экспонатов. ▶



**ТЕХНИКА-  
МОЛОДЕЖИ** 10  
1953  
ЖУРНАЛ ЦКВЛКСМ



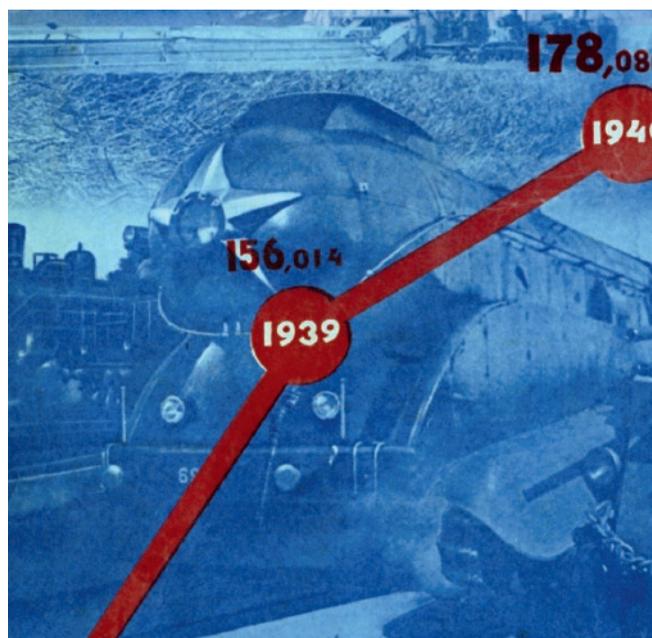
## Гран-при

Обложки журналов с изображением этого красавца — едва ли не самые впечатляющие и, если можно так сказать, эмоциональные. Неудивительно, что аэродинамический «ИСак» получил Гран-при на Всемирной Парижской выставке в 1937 г. Взгляните хотя бы на журнал «Наука и техника», № 6, 1937. Мощь и динамика новой машины переданы великолепно (слева).

## «Сигара»

Тем не менее задача перед советскими инженерами и учеными была поставлена: СССР просто не мог остаться в аутсайдерах в гонке с Западом за скорость. И в 1939 г. на Ворошиловградском заводе строится без преувеличения уникальный для СССР паровоз 2–3–2В, беспрецедентный и по дизайну, и по техническим характеристикам. Он имел ведущие колеса диаметром 2 тыс. мм, рассчитан на скорость до 180 км/ч и закрыт капотом класса «Б» («сигара»), придававшим облику паровоза элегантность и стремительность. Паровоз испытывался на железных дорогах Донбасса и на Октябрьской железной дороге. Уникален он еще в одном отношении — паровоз 2–3–2В был буквально создан в единственном экземпляре. Возможно, именно поэтому существует не слишком много его изображений на обложках журналов того времени. И все же одна из самых красивых паровозных обложек вообще — именно с этим красавцем: взгляните на фрагмент обложки «Иллюстрированной газеты», № 9, от 2 марта 1941 г. (справа).

Хотя паровозы серии ИС перестали строить в 1942 г., они эксплуатировались в СССР еще и в начале 1970-х гг. Хорошая технологическая и инженерная наследственность этих машин дала себя знать уже после Великой Отечественной войны.





ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

# Научная Россия



Взгляд на науку  
с пристрастием

**Актуальная информация** о науке и технике в России и в мире  
**Открытия** в разных областях фундаментальной и прикладной науки  
**Новости** из научных центров и вузов страны и мира

[scientificrussia.ru](http://scientificrussia.ru)



« Собрать стадо из баранов легко,  
трудно собрать стадо из кошек.

С.П. Капица