

# ДАЙДЖЕСТ СММ **№7**



## **«ЛИШНЕЙ ЗЕМЛИ У НАС НЕТ», стр. 2 ИЛИ ПОЧЕМУ В РОССИИ ТАК МНОГО ЗАБРОШЕННЫХ ПОЛЕЙ**

Знаменитый российский физик  
Юрий Оганесян учредил аналог  
Нобелевской премии

**стр. 9**

О прошлом, настоящем и будущем  
Курчатовского института рассказывает  
его директор Марат Камболов

**стр. 12**

У России есть гигантские возможности  
для развития добычи и производства  
редкоземельных металлов и алмазов

**стр. 42**

# СОДЕРЖАНИЕ

## СОБЫТИЯ

- 2 | «ЛИШНЕЙ ЗЕМЛИ У НАС НЕТ», ИЛИ ПОЧЕМУ В РОССИИ ТАК МНОГО ЗАБРОШЕННЫХ ПОЛЕЙ
- 5 | СОТРУДНИЧЕСТВО РОСРЫБОЛОВСТВА И РАН НАБИРАЕТ НОВЫЕ ОБОРОТЫ
- 7 | ОТРАСЛЬ СТАНЕТ БОЛЕЕ НАУКОЕМКОЙ: РАН И РААСН ПОДПИСАЛИ СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

---

## НОВОСТИ

- 9 | ЗНАМЕНИТЫЙ РОССИЙСКИЙ ФИЗИК ЮРИЙ ОГАНЕСЯН УЧРЕДИЛ АНАЛОГ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ
  - 10 | НАУКУ ИЗМЕРИЛИ НОВЫМ РЕЙТИНГОМ
-

## ИНТЕРВЬЮ

- 12 | «КУРЧАТОВЦЕВ ОТЛИЧАЕТ НАУЧНАЯ СМЕЛОСТЬ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»
- 16 | «НЕЛЬЗЯ ТРЕБОВАТЬ ОТ УЧЕНЫХ, ЧТОБЫ ОНИ БЫЛИ ПОХОЖИ НА ВСЕХ ДРУГИХ»
- 22 | НЕОЖИДАННЫЙ ПОВОРОТ ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКИ
- 27 | «В ОБЛАСТИ УДАЛЕННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ТАТАРСТАН НАХОДИТСЯ В ЛИДЕРАХ В РОССИИ»
- 

## НАУКА СИБИРИ

- 36 | ВАЛЕНТИН ПАРМОН:  
«Я УМЕРЕННЫЙ ОПТИМИСТ!»
- 42 | НЕ ТАКИЕ УЖ РЕДКИЕ ЗЕМЛИ
- 51 | «ГЕНЕРАТОР», «АККУМУЛЯТОР» И «СИНТЕЗАТОР». УНИКАЛЬНАЯ ЖИЗНЬ И РАБОТА АКАДЕМИКА ГЕННАДИЯ САКОВИЧА НА АЛТАЕ
-

InScience, 14.04.2023

Анна Солдатенко

# «ЛИШНЕЙ ЗЕМЛИ У НАС НЕТ»,

## ИЛИ ПОЧЕМУ В РОССИИ ТАК МНОГО ЗАБРОШЕННЫХ ПОЛЕЙ

13 апреля 2023 года в Президиуме РАН прошло заседание Межведомственного координационного совета РАН по исследованиям в области агропромышленного производства и комплексного развития сельских территорий и Комитета Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию. Их представители, а также специалисты области обсудили земельный потенциал России, возможности и проблемы, а также пути их решения.



*Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию*

Согласно Государственному докладу о состоянии и использовании земель, земельный фонд нашей страны составляет порядка 1 712, 5 млн га – 12,5% мировой территории. У нас также находится больше половины всех черноземов планеты.

«Страна обладает колоссальным земельным потенциалом. И конечно, от грамотной, комплексной земельной политики во многом зависят будущее страны, благополучие ее граждан и достаток семей», – отметил президент РАН Геннадий Красников.

Участники мероприятия в целом подчеркнули важность земель как основного средства производства, достояния и гаранта национальной безопасности. Другой вопрос, насколько эффективно они используются. Дать однозначный ответ может любой, кто хоть иногда выбирается из города и смотрит по сторонам – нередко можно встретить большие поля, заросшие борщевиком. По официальным данным, площадь таких невостребованных земель составляет около 44 млн га. При этом сокращаются площади пашен и пастбищ, а ценные для АПК территории уходят под строительство.

Сейчас реализуются мероприятия в рамках госпрограммы по введению новых территорий в сельское хозяйство, на что выделяются миллиарды рублей. Однако дыр в российском землепользовании и его правовом регулировании слишком много, чтобы можно было просто заткнуть их пачками денег.

Большинство, если практически не все недостатки АПК вырастают из классического «эффективного менеджмента», то есть управленческих проблем. Контроль за огромными территориями сам по себе непросто, и хуже ситуация в основном стала после распада СССР и реформ в 90-х годах. Сейчас в основе землепользования лежит множество типов собственности и включение в рыночную экономику, а также колоссальная безответственность – буквально ее отсутствие. Часто земля оказывается и вовсе непонятно в чьей собственности: после реорганизации колхозов и выдаче паев их бывшим сотрудникам 14,2 млн га земли оказались не востребованы, есть незарегистрированные участки, спорные – даже между разными субъектами страны, – оказывающиеся вне налогообложения и контроля за состоянием, имеет место и криминализация сферы. И при всем том оценить масштабы бедствия сложно, ведь данные разнятся – нет единого органа, осуществляющего мониторинг и учет.

В своем докладе академик Виктор Хлыстун подчеркнул, что большое значение имеет неопределенность государственной земельной политики – цели, задачи, инструменты, требования и прочее – все разбросано по ведомствам. В итоге даже при наличии технических возможностей результата нет: например, передавать показатели плодородия участка должен его правообладатель, но навряд ли этим будут заниматься фермеры. Нужен документ о земельной политике, единая эффективная система управления, восстановление институтов управления и привлечение кадров.

Другой выступающий, директор Почвенного института имени В.В. Докучаева академик Андрей Иванов, рассмотрел проблему землепользования с позиции климата: наиболее пригодны для сельского хозяйства лишь порядка 11% от всей площади. Требуется и освоение новоприобретенных территорий. Изменения климата делают сельское хозяйство неустойчивым, а опустынивание на юге связано не только с потеплением, но и неправильным использованием.

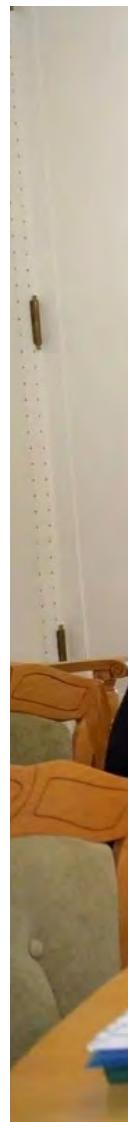
Тему развил научный руководитель ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова академик Алексей Завалин, подчеркнув нарастающее истощение самых продуктивных почв – черноземов. Ухудшение агрохимических показателей, в том числе закисления, делает вносимые удобрения неэффективными, и нарушается баланс между тем, что вносится в землю и что с нее забирается вместе с урожаем, особенно если тот идет на экспорт.

Деградации подвержено около 65% почв нашей страны; мелиорированных, то есть «восстановленных» земель стало меньше, много не используется, о чем рассказал член президиума РАН академик Николай Дубенок. Распределение водных ресурсов неравномерно, а потому надо искать альтернативные источники воды для юга и сохранять воду, следить за состоянием гидротехнических сооружений и оросительной техники – износ велик, но из-за сложной международной обстановки есть проблема с обновлением. Своего же производства машин нет.

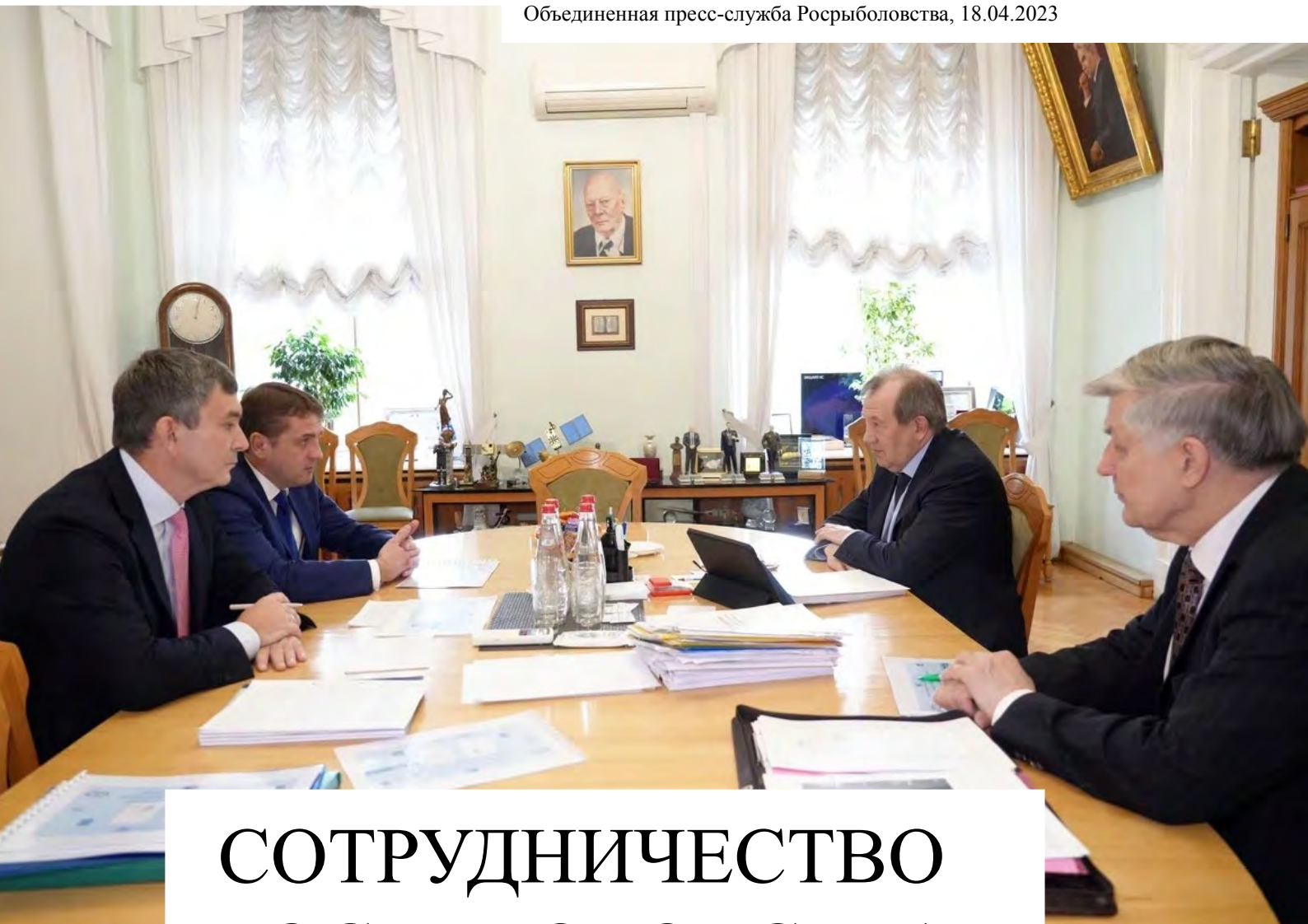
Сразу несколько выступающих отметили и непривлекательность сельского хозяйства для работников. Села в целом стареют и умирают, работоспособное население уезжает из-за низких зарплат и безработицы. Проблема касается и высококвалифицированных кадров, которых в области очень не хватает: заниматься сельским хозяйством не прибыльно, а иногда и не слишком почетно.

Особого внимания заслуживает и общемировой тренд на снижение углеродного следа – чтобы выстраивать отношения с другими странами, необходимо ему соответствовать и активно внедрять углерод-сберегающее и в целом бережное землепользование. И тут, как считает президент НП «Национальное движение сберегающего земледелия» Людмила Орлова, не хватает знаний, а также сильно влияют нестабильные цены: максимально экологичное земледелие оказывается просто нерентабельным.

В мероприятии приняли участие более 100 специалистов; представители государственных, научных и частных организаций высказали свои соображения относительно того, что нужно улучшить в отечественном землепользовании. В течение последующих дней эти идеи будут использованы при доработке документа, который может лечь в основу едва ли не земельной реформы. Однако много ли предложений будет учтено и насколько он будет эффективен – покажет время.



Объединенная пресс-служба Росрыболовства, 18.04.2023



# СОТРУДНИЧЕСТВО РОСРЫБОЛОВСТВА И РАН НАБИРАЕТ НОВЫЕ ОБОРОТЫ

*Состоялась рабочая встреча руководителя Росрыболовства Ильи Шестакова и директора Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии Кирилла Колончина с Президентом Российской Академии наук Геннадием Красниковым и вице-президентом РАН Николаем Долгушкиным.*

Встреча была посвящена результатам реализации Соглашения о сотрудничестве между РАН и Росрыболовством, заключённого в 2018 году. По итогам обсуждений было принято решение продлить действие Соглашения ещё на пять лет.

«На протяжении пяти лет Росрыболовство и Российская Академия наук регулярно синхронизируют направления своей научной работы. Ученые совместно реализуют масштабные проекты. Благодаря этой работе нам удалось добиться серьёзных результатов», – сказал Илья Шестаков.

Президент РАН отметил значимость продленного соглашения.

«Этот документ для нас важен, поскольку охватывает сотрудничество между Академией наук и Росрыболовством в изучении, сохранении и устойчивом использовании водных биологических ресурсов. Он позволяет консолидировать возможности наших научно-исследовательских институтов, сосредоточиться на приоритетных направлениях научно-технологического развития страны», – сказал Геннадий Красников.

Взаимодействие ВНИРО и РАН направлено на решение важных научных задач в области использования природно-ресурсной базы страны с приоритетным условием – сохранением экологического равновесия и устойчивости экосистем.

«Программы исследований ВНИРО ориентированы на научное сопровождение потребностей рыбохозяйственного комплекса России. Но работа, выполняемая учеными, шире сугубо прикладных целей. Благодаря взаимодействию с коллегами из РАН нам удается более комплексно подходить к решению задач по рациональному использованию рыбных запасов», – сказал Кирилл Колончин.

Среди основных направлений сотрудничества – экспедиционные работы по изучению морей Сибирской Арктики. Ученые проведут оценку состояния морской среды, структуры, продуктивности и функциональных параметров экосистемы Карского бассейна, проанализируют данные с учетом глобальных климатических трендов.

Продолжится изучение глубоководного пояса дальневосточных морей Тихого океана: ученые получают информацию о популяционно-генетических особенностях гидробионтов и распределении типичных донных ландшафтов.

В исследовании задействуют стандартные методы и робототехнические подводные комплексы, которые позволят изучить особенности возможного антропогенного влияния на такие уязвимые экосистемы, как коралловые сады.

Ученые проведут комплексные ресурсные исследования на Волге, в реке Дон, в Азово-Черноморском и Волжско-Каспийском бассейнах моря.

Запланирован мониторинг численности и сохранения тюленей, дельфинов и других морских млекопитающих, которые являются одним из важных индикаторов состояния морских экосистем.

ВНИРО и РАН намерены совместно разработать экономические механизмы модернизации и развития рыбохозяйственного комплекса. Концептуальные теории и практические данные ученых РАН, аккумулированные отраслевыми экономистами, лягут в основу эффективных предложений по оптимизации работы рыбохозяйственного комплекса.





Строительная газета, 13.04.2023

Сергей ВЕРШИНИН

# ОТРАСЛЬ СТАНЕТ БОЛЕЕ НАУКОЕМКОЙ: РАН И РААСН ПОДПИСАЛИ СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ



*Президент РААСН Дмитрий Швидковский и президент РАН Геннадий Красников во время церемонии подписания соглашения о сотрудничестве*

5 апреля федеральные государственные бюджетные учреждения «Российская академия наук» (РАН) и «Российская академия архитектуры и строительных наук» (РААСН) подписали соглашение о совместной комплексной работе академий по выполнению «Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021–2030 года)», нацеленное на продолжение традиций академического сотрудничества по развитию уникального научного потенциала России.

Документ призван усилить взаимодействие в сфере популяризации науки и научных знаний, координации фундаментальных и поисковых научных исследований, а также в экспертной деятельности.

Глава РАН Геннадий Красников отметил, что обе академии объединяют общие задачи, связанные с развитием России и повышением качества и безопасности жизни ее граждан. «На протяжении многих лет мы вместе участвовали в развитии страны, помогли ей преодолевать препятствия, способствовали решению важнейших государственных задач, – отметил академик. – РААСН внесла значимый вклад в развитие России, создавая уникальные архитектурные и инженерные объекты. Уверен, что нынешнее соглашение позволит нам консолидировать усилия, сделать так, чтобы наша страна справилась со всеми трудностями, стала еще сильнее».



В свою очередь, президент РААСН Дмитрий Швидковский считает, что совместная работа с РАН позволит сделать архитектурно-строительную отрасль более наукоемкой. Он подчеркнул, что научная составляющая необходима в материаловедении, при планировке городов, а также в целом ряде других направлений, связанных с пространственным развитием России.

«Направлений строительных наук действительно много, и все они сегодня развиваются очень быстро, – пояснил глава РААСН. – Однако в реальной практике научного компонента зачастую не хватает. Мы рассчитываем на плодотворное сотрудничество с РАН, в том числе в реализации принятой «Стратегии пространственного развития РФ».

При подписании документа стороны также обсудили вопросы сохранения исторического и культурного наследия, взаимодействия в создании безопасной и комфортной среды обитания и выразили надежду, что между РАН и РААСН со временем появится все больше точек соприкосновения, расширяющих горизонты научно-экспертного взаимодействия академического сообщества России.

МК, 14.04.2023

НАТАЛЬЯ ВЕДЕНЕВА

# ЗНАМЕНИТЫЙ РОССИЙСКИЙ ФИЗИК ЮРИЙ ОГАНЕСЯН УЧРЕДИЛ АНАЛОГ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

*В день своего 90-летия ученый задумался  
о будущих поколениях исследователей*

Пока еще не получивший заслуженную Нобелевскую премию выдающийся российский академик Юрий Оганесян учредил собственную, по аналогии со знаменитой Nobel Prize. Он открыл банковский счет и положил на него 20 миллионов рублей, которые станут основой новой научной премии «Оганесон», повторяющей название одного из открытых им элементов.

Напомним, что Российская академия наук не один год выдвигала на Нобелевскую премию академика Оганесяна. Под его руководством в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне были синтезированы 104-й, 105-й и 106-й элементы таблицы Менделеева, а также новые элементы – со 113-го по 118-й. Последний, 118-й элемент был назван в честь Юрия Цолаковича – оганесон (Og). Таким образом, оганесон стал вторым (после сиборгия) элементом, названным в честь живущего человека. На сегодняшний день он является самым тяжелым и последним химическим элементом Периодической таблицы.

Пока не дождавшись высокой научной награды, Юрий Оганесян встал выше того самого нобелевского комитета, который учреждает Нобелевку, временами руководствуясь не научными заслугами кандидатов, а политической конъюнктурой. Он утвердил личную премию, заложив в ее основу свои премиальные 20 миллионов рублей.

Как сообщила «Научная Россия», об учрежденной премии объявил в пятницу во время праздничного мероприятия в честь 90-летия ученого директор ОИЯИ академик Григорий Трубников.

Он пояснил, что премия «Оганесон» будет вручаться за значимые достижения в теоретических и экспериментальных исследованиях в области физики, химии, биологии, прикладных задачах, а также за творческую деятельность в области образования, пропаганды и популяризации наук.

По словам Григория Трубникова, уже летом или осенью может быть объявлен первый конкурс на соискание премии «Оганесон».

КОММЕРСАНТЪ, 13.04.2023

Полина Ячменникова



## НАУКУ ИЗМЕРИЛИ НОВЫМ РЕЙТИНГОМ

*«Единая Россия» посчитала, в каких регионах лучше всего поддерживают молодых ученых*

«Единая Россия» составила рейтинг регионов РФ по уровню поддержки молодых ученых. На первом месте оказалась Кемеровская область, а вот Москва заняла лишь 16-ю позицию. По мнению авторов, перечень должен стимулировать регионы создавать привлекательную среду для молодых специалистов и уменьшать отток научных кадров. Однако в Министерстве науки и высшего образования РФ усомнились в корректности данных, на основе которых был составлен рейтинг, а столичный департамент образования и науки заявил про нелогичность критериев.

## РЕГИОНАМ ПРЕДПИСАНО ЗАВЛЕКАТЬ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

11 апреля первый зампред комитета Госдумы по науке и высшему образованию Александр Мажуга (ЕР) представил рейтинг регионов России по уровню поддержки молодых ученых. В нем перечислены 77 субъектов РФ из 89. Рейтинг составлялся впервые – на основе данных за 2022 год. Региональным властям предложили предоставить данные о мерах поддержки молодых специалистов; те, кто решил принять участие в рейтинге, самостоятельно собрали и направили запрошенную партией информацию.

Критериями для оценки стали: процент исследователей в возрасте до 35 и 40 лет от общего числа ученых, работающих в регионе; наличие региональных фондов поддержки науки, программ обеспечения молодых специалистов жильем и грантовой поддержки их работ.

Лидерами стали Кузбасс, Новгородская и Калужская области, а также Республика Башкортостан.

Москва расположилась лишь на 16-й позиции из 77.

По словам господина Мажуги, главная цель рейтинга – «стимулировать регионы формировать привлекательную среду для жизни и работы молодых ученых», чтобы уменьшить отток научных кадров оттуда. Отдельно депутат отметил, что создатели «полностью доверяли данным, предоставленным субъектами, хотя и видели в них неточности и ошибки, которые приходилось оперативно исправлять».

Член комитета Госдумы по просвещению Лариса Тутова (ЕР) считает, что собранные для рейтинга данные помогут улучшить партийный законопроект о статусе молодого ученого, который сейчас находится на рассмотрении во втором чтении. Депутат рассказала, что при создании рейтинга удалось собрать и проанализировать региональные меры поддержки молодых специалистов и понять, какие из них наиболее эффективны. «На основе этой информации мы дополняем законопроект, который в итоге должен повысить престиж профессии ученого», – рассказала Тутова.

Тем не менее данные, на основе которых составлялся рейтинг, вызвали недоверие у заместителя министра науки и высшего образования РФ Ольги Петровой: «Я совсем недавно занимала пост министра образования Нижегородской области и помню, что у нас было гораздо больше грантов молодым ученым. Пусть не крупных, по 300–500 тысяч, но больше».

Также замминистра усомнилась, верно ли указано количество молодых специалистов из Томской и Новосибирской области – ей показалось, что это число заметно занижено.

«Нужна более тщательная экспертиза, чтобы отработать рейтинг и чтобы он стал действительно значимым. Потому что при нынешних критериях регионам, где меньше ученых и меньше вузов, легче попасть на вершину списка», – добавила госпожа Петрова.

Заместитель руководителя департамента образования и науки города Москвы Александр Тверской остался удивлен 16-м местом столицы в рейтинге. На его взгляд, в Москве оказываются «беспрецедентные меры поддержки молодым ученым» и «выделяются гранты и премии на очень большие суммы».

Господин Тверской отметил, что пока не совсем понял структуру рейтинга: «Нам для улучшения места нужно то ли сокращать количество ученых, то ли увеличивать количество мер поддержки, оставляя размер финансирования прежним».

Он предположил, что наиболее эффективный способ попасть в топ – раздробить крупные гранты на более мелкие и выдавать их большему количеству ученых. Такой подход господин Тверской считает малопривлекательным для реального улучшения мер поддержки, поэтому критерии рейтинга показались ему нелогичными.

Завершая обсуждение, Александр Мажуга заявил, что рейтинг нужно сделать ежегодным и сопоставлять его с Национальным рейтингом научно-технологического развития, который готовит Минобрнауки. Напомним, что первые позиции в нем занимают Москва, Санкт-Петербург и Томская область, которые не вошли даже в топ-10 списка «Единой России». «Интересно посмотреть в динамике, насколько меры поддержки молодых ученых влияют на технологический успех региона в целом», – сказал господин Мажуга.

ИЗВЕСТИЯ, 12.04.2023

*Денис Гриценко*

# «КУРЧАТОВЦЕВ ОТЛИЧАЕТ НАУЧНАЯ СМЕЛОСТЬ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

*Директор НИЦ «Курчатовский институт» Марат Камболов – о роли исследовательского центра в истории страны и его месте в современной науке*



## 80 ЛЕТ КУРЧАТОВСКОМУ ИНСТИТУТУ

Создание атомного оружия, обеспечившее ядерный паритет, первые атомная подводная лодка и ледокол, освоение космоса и микроэлектроника – история Курчатовского института неразрывно связана с важнейшими этапами развития страны. Основные направления работы исследовательского центра сегодня – природоподобные технологии, ядерная медицина, генетика и другие – будут формировать ее завтрашний день. О прошлом, настоящем и будущем Курчатовского института «Известия» поговорили с его директором Маратом Камболовым.



**– Вы помните, когда впервые услышали про Курчатовский институт? Какой образ института у вас тогда сложился? Как он изменился, когда вы начали здесь работать?**

– В моем советском детстве школьники интересовались историей, помнили фамилии героев Великой Отечественной войны и понимали цену Победы. В Северной Осетии, где я родился и вырос, с самого раннего возраста ребенку прививают правильное отношение к Родине. Для нас это не просто патриотизм, это часть национального, культурного кода.

Причем делается это максимально естественно – и в семье через рассказы бабушек и дедушек, и в школе.

Помню, как на уроке истории меня зацепил рассказ учителя про великого Курчатова, благодаря которому «ученые сохранили страну». Я тогда еще не мог осознать его смысл: все-таки в мальчишеском понимании спасают всегда солдаты, офицеры. Но фамилия Курчатов отпечаталась в моем сознании как образ героя.

Спустя годы, подробнее узнав историю Лаборатории № 2 (ныне – НИЦ «Курчатовский институт»), я до конца понял смысл этой фразы. Ведь чтобы противостоять ядерной угрозе, нужно было работать на опережение. Нашим великим основателям – Игорю Курчатову и Анатолию Александрову удалось не просто создать ядерный щит страны, но и обеспечить безопасность, и сам факт жизни будущих поколений. Уверен, что масштаб и величие их личностей мы до сих пор не осознаем в полной мере. И нам надо максимально перенимать их отношение к работе, любовь к науке, умение достигать цели.

Когда я начал работать в Министерстве науки и образования, сразу же услышал о Курчатовском институте – его междисциплинарности, прорывных исследованиях во многих направлениях. А в мой самый первый визит в институт я смог своими глазами увидеть, какой это уникальный научный центр, в котором сочетается легендарная история и будущее науки.

**– Лозунг юбилея центра – «80 лет для страны и мира». А какой период истории института из этих 80 лет вам кажется наиболее значимым?**

– Безусловно, важнейшими для страны, мира и нашего института были годы с 1943-го по 1953-й. В это время действительно решалась судьба миллионов человек, опреде-



лялся миропорядок на ближайшие десятилетия. Именно Курчатовский институт сыграл судьбоносную роль в создании ядерного паритета.

При этом величие и уникальность Курчатовского института заключается как раз в том, что он всегда отвечал вызовам времени и работал на усиление нашей страны. В послевоенные годы под научным руководством института была создана первая советская атомная подводная лодка «Ленинский комсомол» и первый в мире атомный ледокол «Ленин».

В 60-е годы прошлого столетия – эру покорения космоса – курчатовцы научились применять атомную энергию в космических технологиях и летательных аппаратах. В 70-х они создали новые технологии в области микроэлектроники и получили результаты мирового значения! Даже в суровые для страны 90-е в Курчатовском не остановился прогресс, здесь зарождались основы российского интернета, компьютерные и информационные технологии, был создан центр синхротронного излучения.

Сегодня Курчатовский институт снова первый в мире – например, по развитию природоподобных технологий, благодаря президенту НИЦ Михаилу Ковальчуку. Также мы проводим исследования в области ядерной медицины, генетики, термоядерных, плазменных, атомных технологий, многие из которых не имеют аналогов в мире. Эту высокую планку мы держим и будем держать.

Говорят, история циклична: в 40-х наш институт был на переднем крае обеспечения суверенитета и безопасности страны. Сегодня перед нами снова стоят масштабные вызовы – президент России Владимир Путин обозначил научные приоритеты и важность обеспечения технологического суверенитета страны. И Курчатовский институт, так же как и 80 лет назад, стоит на страже национальных интересов государства.

***– У Курчатовского института – обширная география: подразделения, партнеры и проекты по всей России. С какими регионами отношения сейчас развиваются наиболее активно?***

– Уникальный научный базис и исследовательские возможности Курчатовского института очень востребованы как в нашей стране, так и за ее пределами.

К нам поступают запросы о партнерстве и научном руководстве от многих научных и образовательных организаций. Мы тесно сотрудничаем с Калининградской, Московской, Ленинградской, Калужской, Псковской, Белгородской областями, Приморским и Краснодарским краем.

Отдельно отмечу нашу тесную и результативную работу с Республикой Крым и Севастополем: здесь находится мемориальная дача Игоря Курчатова, проводятся тематические смены в «Артеке», работают курчатовские классы.

Кстати, образовательный блок у нас сейчас активно развивается – как географически, так и по форматам работы со школьниками и студентами.

Планируем усиление научно-образовательного потенциала Северо-Кавказского федерального округа. Также нельзя не отметить большой интерес и нацеленность на сотрудничество со стороны наших друзей из стран СНГ.

В целом на будущее много планов и идей. Уверен, только совместными усилиями можно решить те глобальные задачи, которые стоят сегодня перед всем научным сообществом.

И отмечу, что даже в условиях беспрецедентного давления на нашу страну зарубежные коллеги сократили, но не прекратили с нами сотрудничество.

***– Курчатовский институт оказывает помощь научным центрам ДНР. Какие планы есть в этом направлении? Есть ли проекты сотрудничества с образовательными и научными организациями в других новых регионах?***

– Действительно, мы активно сотрудничаем и помогаем нашим гражданам из новых регионов. Особенно приятно, что эта работа ведется по инициативе самих ученых. Наши молодые сотрудники-курчатовцы проявили инициативу, мы их всесторонне поддержали. Это был искренний, сердечный порыв – помочь нашим людям, которым сейчас непросто.



Сначала решено было собрать в гуманитарной помощи и передать самое необходимое – продукты, вещи, бытовые и гигиенические принадлежности, генераторы для обогрева. После наши ребята поехали сами на передовую и передали всё из рук в руки.

Следующее направление – сотрудничество с научно-образовательными организациями новых регионов. Здесь мы стараемся помогать научным оборудованием, реактивами, участием в восстановлении инфраструктуры. Например, тесно работаем и поддерживаем Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, Донецкий национальный технический университет, Институт проблем искусственного интеллекта.

Недавно 30 вузов и 11 научных организаций ДНР и ЛНР, Запорожской и Херсонской областей были приняты в федеральную собственность и официально закреплены за российскими ведомствами и министерствами. Мы будем рады сотрудничеству и совместным научным проектам с коллегами на благо российской науки!

***– В Курчатовском институте работает много молодежи. Чему бы в первую очередь вы посоветовали им учиться у основателей института?***

– Да, это правда, Курчатовский институт сегодня – это научный центр мирового уровня с сильнейшей исследовательской школой и огромным научным потенциалом. Сегодня в нашей большой курчатовской семье более половины ученых в возрасте до 40 лет (в том числе студенты, аспиранты и младшие научные сотрудники). Каждый из них состоявшаяся личность, специалист в своей области. Отличают семью курчатовцев, пожалуй, научная смелость и умение брать на себя ответственность. А еще быть курчатовцем – это значит любить свою страну и работать во имя мира.



ИЗВЕСТИЯ, 14.04.2023

Мария Недюк

# «НЕЛЬЗЯ ТРЕБОВАТЬ ОТ УЧЕНЫХ, ЧТОБЫ ОНИ БЫЛИ ПОХОЖИ НА ВСЕХ ДРУГИХ»

*Российские ученые работают над получением новых элементов периодической таблицы, однако какими свойствами они будут обладать, пока можно только предположить. Практическая польза этих открытий заключается прежде всего в том, что такие исследования подтягивают за собой новые технологии. Об этом, а также о международном сотрудничестве в период сложных политических отношений и взаимодействии с учеными других стран, «Известиям» в день своего 90-летия рассказал научный руководитель лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) академик РАН Юрий Оганесян.*



*Физик Юрий Оганесян – о новых сверхтяжелых элементах, пределах периодической таблицы и предназначении научного работника*

## «ЛЮБОЕ ОТКРЫТИЕ ТРЕБУЕТ НЕОРДИНАРНЫХ СРЕДСТВ»

*– Юрий Цолакович, достигим ли предел таблицы Менделеева? И если да, как скоро мы к нему приблизимся?*

– Таблица была создана самим Менделеевым по тем элементам, которые были известны в то время, их было 63. Заслуга Дмитрия Ивановича заключается в том, что он нашел закономерности в химических свойствах этих элементов, которые можно было представить в виде таблицы. Искал он в общем-то не элементы, а кирпичики мироздания, как буквы алфавита. Те кирпичики, которые лежат в основе окружающего нас материального мира.

Когда он нашел закономерность в виде периодического повторения химических свойств элементов, говорят, расстроился, потому что буквы алфавита не должны быть похожи друг на друга. Он понял сразу, что элементы (атомы) сами имеют сложную структуру. И для того чтобы добраться до кирпичиков, надо копать глубже. Менделеев отставил на время это занятие и начал искать некую среду (эфир), ответственную за сотворение мира. Понимая сложную структуру элементов, он допускал, что таблица может меняться, а периодический закон, полагал, останется неизменным.

– *И как она изменилась?*

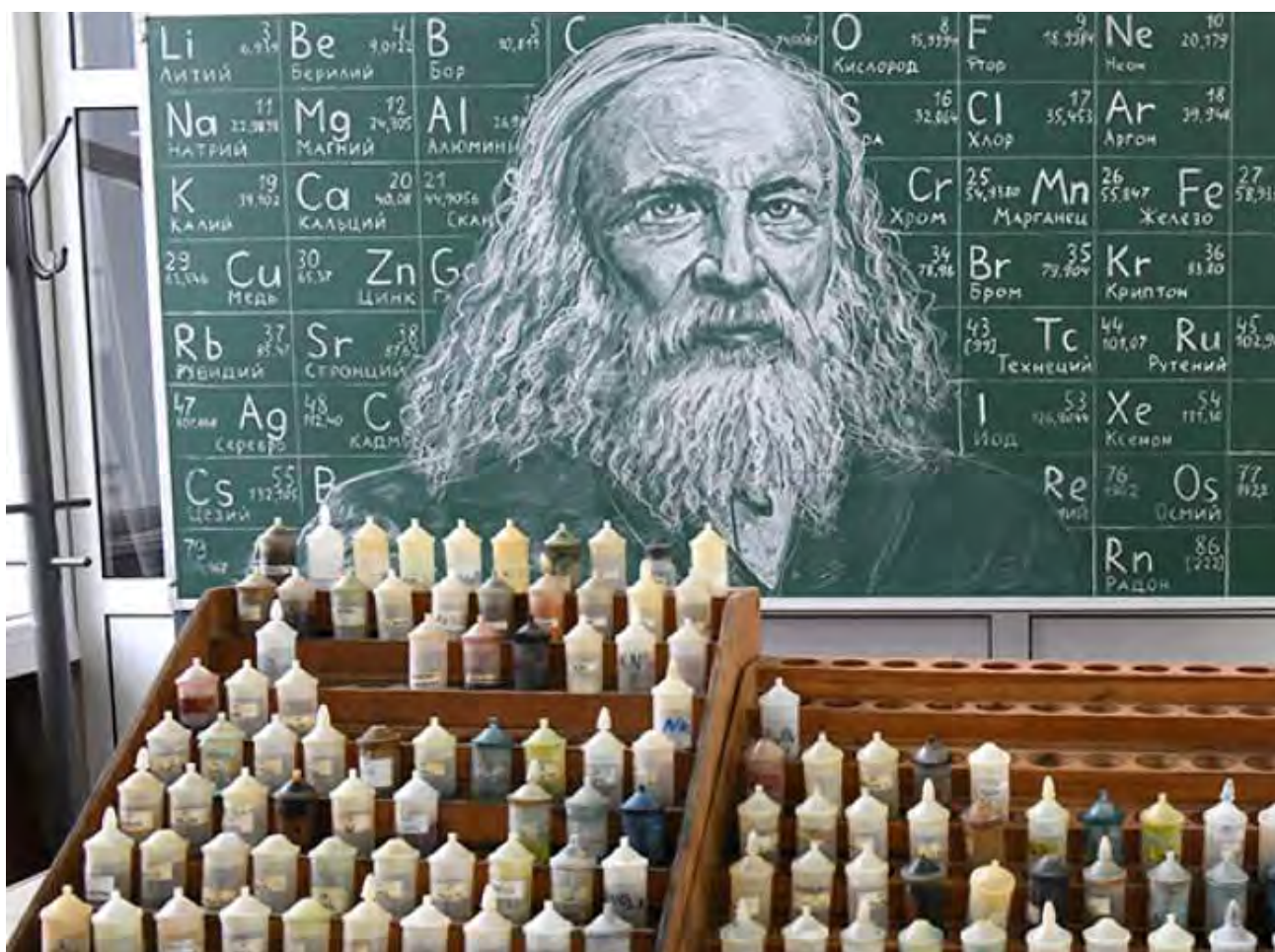
– На ваш вопрос – сколько вообще может быть элементов – сегодня отвечает другая наука, которая называется «квантовая электродинамика». Согласно теории, число элементов может дойти до 173, может быть, до 174.

Мы получили 118-й элемент, и серьезно думаем пойти дальше на 120-й, но до 170-го еще очень большая дистанция. Однако любая теория требует экспериментального подтверждения. Лично я думаю, что мы не дойдем до этого предела. Потому что ядро атома закончит свое существование раньше. И тогда ядерная физика будет ответственна за то, что кончились элементы.

Юрий Оганесян – выпускник МИФИ, специалист в области ядерной физики, академик РАН, научный руководитель лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Председатель научного совета РАН по физике тяжелых ионов. Имеет почетные звания в университетах и академиях Японии, Франции, Италии, Германии и других стран.

Его называют легендой отечественной ядерной физики, так как он единственный из ныне живущих ученых, чьим именем назван элемент Периодической таблицы Д.И. Менделеева – оганесон. Это искусственно синтезированный радиоактивный элемент, в природе его нет. Это сегодня самый тяжелый химический элемент, созданный человеком, открытие которого подтверждено.

По состоянию на 2023 год оганесон – последний элемент периодической таблицы химических элементов, который принадлежит к группе благородных газов.



**– Если вернуться к 118-му элементу оганесону. Он пока считается последним. Когда мы услышим о 119-м?**

– Естественно, делая 118-й, мы думаем о последующих элементах, но даются они очень тяжело. И несмотря на то что была открыта целая плеяда так называемых сверхтяжелых элементов, теперь уже предшественников 119-го и 120-го, продвижение вперед потребовало создания новой лаборатории. Мы начали заниматься этой лабораторией в 2012 году. Ее основная часть уже создана, это фабрика сверхтяжелых элементов. Там мы будем пытаться получить 119-й и 120-й элементы. Сложная работа, требует серьезной технической подготовки, но потихонечку идет. Далее идут вопросы, на которые теоретики дают разные ответы, экспериментаторы же пока в ожидании. Они заняты своей вечной подготовкой.

Один из интригующих вопросов – сохранится ли периодичность у самых тяжелых элементов? Будут ли они вписываться в существующую таблицу? Есть разные суждения, но, по-видимому, таблица действительно будет меняться. Существует несколько сценариев этих изменений. Какой из них близок к реальному – дело будущего. Синтезировать новые элементы один за другим и увидеть это в эксперименте не скоро получится. Другое дело, и это вторая часть нашей программы, в недавно открытых сверхтяжелых элементах это уже, быть может, проявляется. Здесь тоже непросто, но синтез новых изотопов сверхтяжелых элементов и изучение их физических и химических свойств – реальное дело.

Особенно на фабрике. Уже начали повторение своих же химических экспериментов с элементом 112, сейчас буксуем на 114-м. Еще впереди 115-й, 116-й, 117-й и, наконец, 118-й. Но это совершенно новая, сверхэкспрессная химия. Надо еще, как говорится, пуд соли съесть.

**– Если говорить об экономике, как результаты фабрики сверхтяжелых элементов применяются на практике?**

– Все, кто берет у меня интервью, всегда спрашивают – а какая польза от ваших открытий? Можно ли куда-нибудь их пристроить, привинтить? В научных открытиях так не бывает. Даже великий Фарадей, отец электричества, на вопрос о том, какой толк от его открытия, отвечал, что толку никакого, только, может быть, когда-нибудь государство будет за это брать налоги.

Нужно время для того, чтобы результаты того или иного открытия были бы изучены настолько хорошо, чтобы понять, как и где их можно применить. Но любое открытие требует неординарных средств. Оно, как правило, не лежит на поверхности, к нему надо идти долго. И по ходу движения следует решить массу проблем: и научных, и технических, которые до сих пор не поднимались. Вот это действительно имеет очень большой вес для практического применения.



## «СОТРУДНИЧЕСТВО И КОНКУРЕНЦИЯ – ЭТО ДВА ЛИКА НАУКИ»

**– Какие последние открытия в ядерной физике вам кажутся наиболее важными? И опять же какую пользу они могут принести миру?**

– Вообще открытие – явление чрезвычайно редкое. Поэтому говорить, что важно, а что нет, просто неверно. Это всё равно что при входе в здание вы открываете дверь в неведомое вам помещение и спрашиваете себя, какая же здесь дверь наиболее важная? Ответ – открытия нужны все, но они происходят очень редко и даются тяжело. Много лет проходит, много попыток делается прежде, чем получится что-то принципиально новое.

**– Какая доля таких открытий принадлежит молодому поколению ученых?**

– Каждое поколение живет своей жизнью, каждый молодой со временем станет более зрелым, пожилым, на смену ему придут следующие и так далее. Человеческая жизнь и человеческое познание идут одновременно. И каждое поколение, естественно, в своей деятельности использует то, что делали предшественники. От эпохи Возрождения до сегодняшнего дня эта связь поколений очень устойчивая и глубокая. Были войны, эпидемии, инквизиции – очень много было препятствий. Но знания шли из поколения в поколение. Такая непрерывность в познании – это суть человека, его любопытство, любознательность. И она есть и в молодых, и в старых. Так было, так есть, так будет. Человек, как дитя природы, быстро не меняется.

**– Объединенный институт ядерных исследований – это международный центр. Как сейчас проходит взаимодействие с другими государствами?**

– Сначала зачем нужно подобное взаимодействие? Представьте себе, что я чем-то занимаюсь, скажем, теми же элементами, ищу способы их получения, реакции. И где-то далеко, на другой половине земного шара, в той же Америке такой же человек, вроде меня, занимается тем же самым или близким к этому. А поиск состоит, по сути, из проб и ошибок. Если он пошел по какой-то тропинке и ничего не нашел, я по ней не пойду. И в этом смысле мы как бы работаем в тандеме, в этом суть коммуникации.

А если это не только два человека, а большое сообщество, большие коллективы, то этот поиск идет довольно эффективно и быстро. Если у меня появилась информация, где надо искать, другие моментально пойдут тоже туда. Тут у нас будет конкуренция. Но ведь это одновременно и сотрудничество. Сотрудничество и конкуренция – это два лика науки. Одного без другого не бывает. И это в целом правильно.

**– И со сверхтяжелыми элементами так было?**

– Когда мы получили свои сверхтяжелые элементы, мы работали вместе с американцами очень тесно. Но до этого, я сделал первый шаг, приехал в Калифорнию и предложил им сотрудничество. А вопрос о том, где проводить эти эксперименты, у вас в Беркли или у нас в Дубне мы решим после того, как поймем, где лучше получится. Они сказали: мы едем к вам, нет вопросов. И приехали, мы работали 25 лет. Периодически встречались, обсуждали наши результаты, обсуждали, что дальше. На самом деле всё сработало очень эффективно. Мне показывали статьи из американских газет и журналов, где наша совместная работа приводилась как пример настоящего научного сотрудничества.

**– А сейчас политика США вмешивается в этот процесс?**

– Прямо скажем, не помогает. Но тем не менее мы продолжаем работать в своих лабораториях, пишем научные статьи, которые публикуют их журналы, читаем их статьи. Сейчас так устроилась жизнь.

*– Сталкиваетесь ли вы с предвзятым отношением к российским ученым?*

– Род человеческий на протяжении своего существования только и занимался тем, что создавал себе проблемы. Когда они заканчивались, возникали новые. Но я верю, что род человеческий придет к разумному решению.

## «НЕОБХОДИМО СОЗДАТЬ ТВОРЧЕСКИЙ КЛИМАТ, В КОТОРОМ КАЖДЫЙ ЧЕЛОВЕК ВЫЯВИЛ БЫ СВОИ СПОСОБНОСТИ»

*– На ваш взгляд, каким должен быть баланс между фундаментальной и прикладной наукой и должен ли он быть вообще?*

– Не знаю, должен ли быть вообще какой-то баланс. Ведь это зависимые друг от друга части человеческой деятельности. Здесь трудно ожидать сильных перекосов.

*– А как вы оцениваете статус ученого в обществе сегодня?*

– Какого-то специального статуса у него нет, особенно если он не преподает, не учит кого-то, не читает лекции, не выступает, а копается в своей лаборатории. И мало кто в обществе понимает: очень может случиться так, что за свою жизнь он ничего и не накопает. А потом только потомки поймут, сколь интересной и продуктивной была его работа. Но нельзя требовать от общества, что оно должно глубоко войти в проблему ученых, нельзя требовать от ученых, чтобы они были похожи на всех других, не занимающихся наукой. Но все ведь живут вместе.

*– А можно как-то повысить интерес молодежи, чтобы они шли заниматься наукой?*

– Я не думаю, что какое-то большое количество научных работников что-то изменит. И в этом, может быть, даже нет большой необходимости. Важнее создать такой творческий климат, в котором каждый человек смог бы реализовать свои способности.

*– А какой сегодня запрос к современной науке? И есть какой-то предел у научных поисков?*

– Предела нет никакого, потому что наши познания ограничены, а наши незнания бескрайны. У науки же, по-моему, за всю ее историю было всегда запросов больше, чем она получала. Наука не занимается усовершенствованием, ее миссия найти кардинально новое решение. В этом и есть ее революционность. Эта революционность толкает вперед общество, технику, прикладные вещи, о которых вы говорите. И это определенно меняет мир.

*– Что бы вы посоветовали молодым ученым-физикам, которые только начинают карьеру?*

– Быть свободными и смелыми. Свободу дают его натура и общество, в котором он живет. А смелость дают знания.

НГ, 10.04.2023

*Юрий Паниев*

# НЕОЖИДАННЫЙ ПОВОРОТ ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКИ

*Ядерное оружие  
в Белоруссии изменит  
в качественном  
отношении баланс сил  
в Старом свете*



*Руководитель Центра  
международной безопасности  
ИМЭМО им. Е.М. Примакова РАН,  
академик Алексей АРБАТОВ*



*Президенты Александр Лукашенко и Владимир Путин договорились о размещении российского тактического оружия в Белоруссии*

*Президент Владимир Путин подписал указ о новой концепции внешней политики и сообщил, что Россия разместит тактическое ядерное оружие в Белоруссии, как это давно делают США на территории своих союзников. Руководитель Центра международной безопасности ИМЭМО им. Е.М. Примакова РАН, академик Алексей АРБАТОВ рассказал ответственному редактору «НГ-дипкурьера» Юрию ПАНИЕВУ о повышении градуса напряжения в отношениях России с Западом и возросших ядерных рисках.*

***– Алексей Георгиевич, в новой концепции внешней политики РФ, принятой 31 марта, признается, что возрос риск столкновений между ядерными державами вплоть до глобальной войны. На чем основано это утверждение?***

– Есть угроза как эскалации конфликта в Украине, выхода его за пределы Украины и вовлечение других держав, прежде всего западных, так и использования более разрушительных видов вооружений. Также существует латентная угроза, хотя пока не столь острая, возникновения вооруженного конфликта в западной части Тихого океана, вокруг Тайваня, если Китай попытается силовым путем воссоединиться с островом.

***– Как понимать впервые зафиксированный в концепции тезис о возможном использовании вооруженных сил для предотвращения нападения на РФ? Речь идет о превентивном ударе?***

– Да, но в данном случае правильнее по терминологии – об упреждающем ударе. Это может быть налет ракет, авиации или наступательные действия войск, чтобы опередить противника и предотвратить нападение. Как нам сообщили после 24 февраля 2022 года, такое нападение против России замыслилось со стороны Украины при поддержке НАТО.

***– По словам президента, Россия приняла решение не передать Белоруссии ядерное оружие, а разместить его на территории соседней страны. Это принципиально разные вещи?***

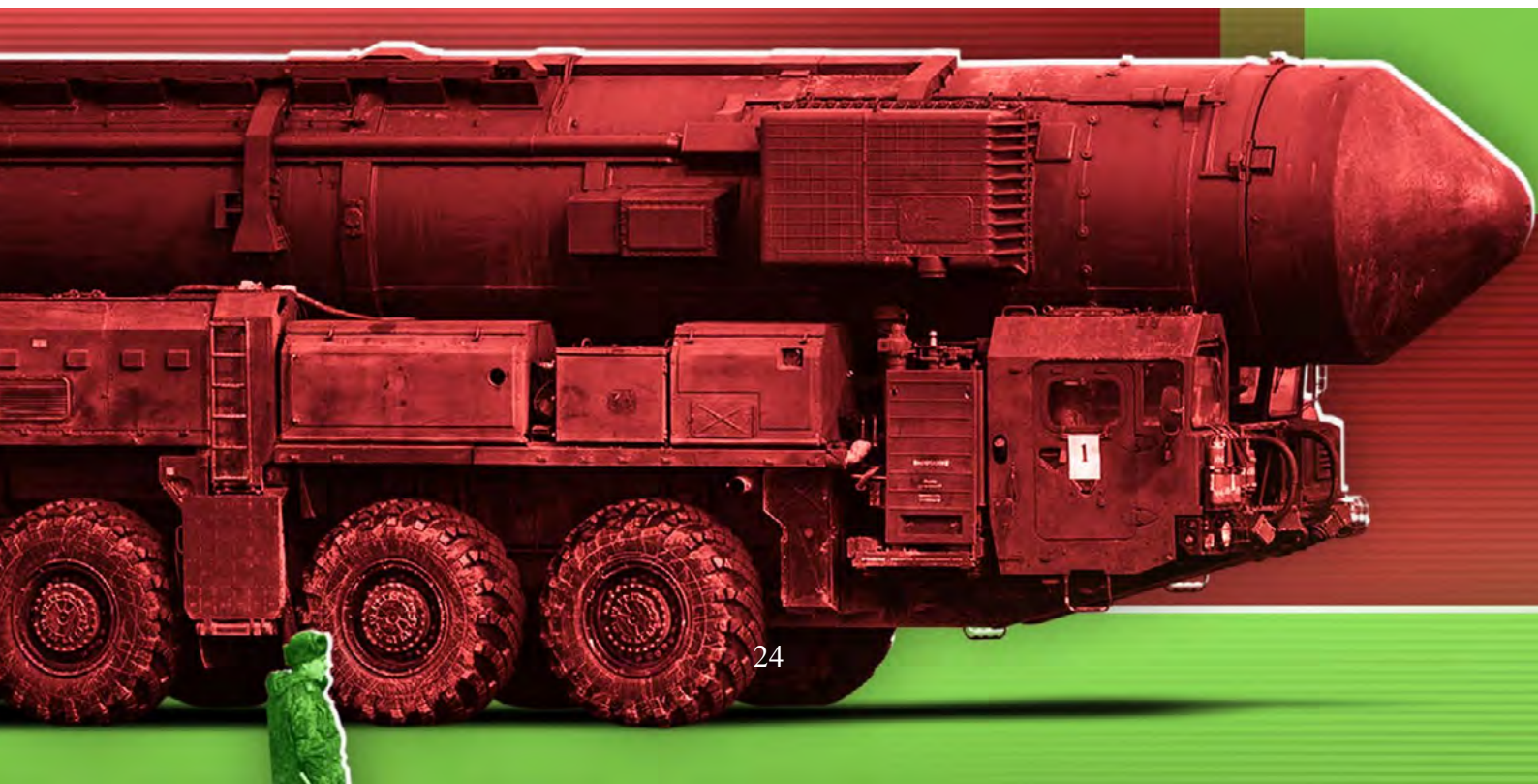
– Безусловно, разные. Потому что по Договору о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), который является самым универсальным международным договором, помимо Устава ООН, его участники обязуются не передавать кому-либо ядерное оружие или взрывные устройства и никоим образом не приобщать их к ядерному оружию. А неядерные страны обязуются ни от кого не принимать его. Конечно, здесь есть некие серые зоны. Россия на протяжении многих лет критиковала Соединенные Штаты за то, что их ядерное оружие размещено в пяти странах на шести базах НАТО в Европе, что регулярно проводятся военные учения вместе с союзниками, которых обучают обращаться с ядерным оружием на случай войны. Москва постоянно утверждала, что это нарушение ДНЯО. Теперь и Россия решила разместить свое ядерное оружие в Белоруссии и будет обучать белорусских летчиков и ракетчиков обращению с ним, но не передавая им контроль над ним в мирное время. Ныне на самом высоком уровне ссылаются на многолетний опыт США и утверждают, что это не нарушало и не нарушает ДНЯО. Такой вот неожиданный и очень серьезный поворот российской внешней политики. Хотя кто на это обратил внимание в России и за рубежом?

*– Почему Александр Лукашенко готов разместить даже стратегическое ядерное оружие? Насколько существенно различие между стратегическим и тактическим ядерным оружием?*

– Различие есть, но оно весьма размытое. Разница прежде всего в дальности действия и характере применения. Тактическое оружие должно применяться на театре военных действий против вооруженных сил и инфраструктуры противника. А стратегическое имеет глобальную дальность. Это межконтинентальные ракеты наземного и морского базирования, тяжелые бомбардировщики с крылатыми ракетами большой дальности или авиабомбами. Они предназначены к применению не на поле боя, а против аналогичных стратегических сил противника, его пунктов управления и административно-промышленных центров. Впрочем, и тактический боезаряд может уничтожить город вроде Хиросимы. Российские стратегические бомбардировщики и крылатые ракеты в обычном снаряжении применяются против Украины в ходе локальной спецоперации, а сами уже стали целями для атак дронов.

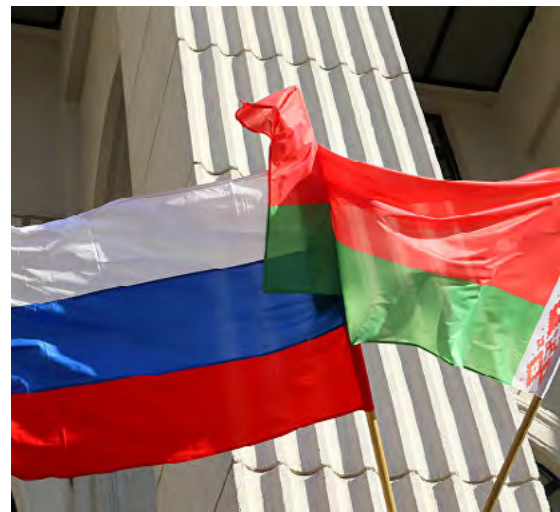
*– Представляет ли размещение ядерного оружия в Белоруссии угрозу для безопасности стран НАТО?*

– Россия напрямую никому не объявляет ядерных угроз – в обоснование принятого решения были приведены несколько странные доводы по поводу передачи Украине бронированных снарядов с обедненным ураном. Но, видимо, мотивы этого шага более серьезны. Скорее всего они связаны со стремлением России демонстративно усилить политический эффект ядерного сдерживания в отношении Запада, имея в виду его поддержку украинской войны против России. В свете ожидаемого и широко разрекламированного перехода ВСУ в наступление трудно посчитать это решение случайным совпадением. Если бы руководствовались чисто военными соображениями, могли бы тайно перебросить такое оружие в Калининградскую область практически с тем же оперативным эффектом. Конечно, ядерное сдерживание не требует обязательного последующего применения ядерного оружия. Но допускает его: в наших доктринальных документах указано, что ядерное сдерживание основывается на наличии соответствующих средств и готовности к их применению. Перемещение ядерного оружия в Белоруссию, ближе к границам НАТО и Украины с северной стороны – это беспрецедентный в истории современной России политический шаг с самой серьезной военной «начинкой». В НАТО его воспримут как решительное повышение «ставок» конфликта и прозрачный намек на возможность эскалации конфликта к ядерной войне.



**– Как размещение ядерного оружия может отразиться на самих белорусах?**

– Об антиядерных демонстрациях я не слышал. Наверное, те белорусы, которые опасаются нападения со стороны НАТО, решили, что это укрепляет их безопасность. В советское время на территории Белоруссии были размещены не только тактические ядерные средства, но и знаменитые стратегические мобильные ракеты «Тополь». Они были выведены, когда Белоруссия, Украина и Казахстан, где тоже размещалось оружие такого класса, стали независимыми государствами и не пожелали иметь на своей территории чужое оружие массового уничтожения, которое, конечно, ощутимо ограничивает суверенитет стран размещения. А Россия не хотела, чтобы ядерные вооружения были национализированы и стали собственностью этих государств. В таком случае появились бы еще три ядерных государства, причем Украина стала бы третьей по величине ядерной державой после России и США. Состоялся длительный и тяжелый переговорный процесс, в котором США сыграли очень важную роль, оказывая давление на Украину и в меньшей степени на Казахстан, чтобы побудить их отказаться от ядерного оружия в обмен на гарантии суверенитета и территориальной целостности по Будапештскому меморандуму 1994 года. Кстати, им заплатили и немалые деньги.



**– Почему в ответ на действия России США не сочли нужным привести свои ядерные силы в повышенную боевую готовность?**

– Потому что факт намеченного перемещения ядерных боеприпасов не создает вероятности его немедленного использования. Если боеприпасы будут переданы из хранилищ в войска по указанию президента, то НАТО немедленно приведет свои ядерные силы в высшую боевую готовность.

**– Изменит ли решение России баланс сил в Восточной и Центральной Европе?**

– В количественном отношении нет, а в качественном – да, потому что на передовые рубежи выдвигаются самые мощные наступательные средства, какие есть в природе.

Они ухудшают стратегическое положение вероятного противника, так как сокращаются дистанция и подлетное время до его важных объектов. Но баланс сил – это зачастую палка о двух концах. Ведь ядерные хранилища и базы заметны и хорошо известны, они являются целями для ударов другой стороны, причем первоочередными и легко достигаемыми. Кроме того, на близком расстоянии они будут постоянно находиться под наблюдением всех разведывательных средств, которые можно себе вообразить.

**– Следует ли ожидать какого-то конкретного ответа НАТО на размещение ядерного оружия на территории Белоруссии, когда оно состоится?**

– Если ситуация в Украине будет обостряться и произойдет эскалация конфликта, то в западных странах последуют действия по повышению уровня готовности к применению не только ядерных сил, которые размещены в Европе, но и стратегических, которые находятся в США, Британии и Франции. Возможна переброска дополнительного количества тактических ядерных средств из США в Европу. Напомню, что на пике холодной войны в Европе было 7 тыс. единиц тактического ядерного оружия США. К концу холодной войны их количество сократилось до 2 тыс., а к настоящему времени уменьшилось примерно до 100 авиабомб свободного падения. В США таких бомб в хранилищах еще 130, и их могут быстро перебросить самолетами в Европу. Тогда обе стороны станут бояться внезапного

ядерного удара друг друга с очень коротким временем предупреждения. Это создаст стимул к упомянутому выше упреждающему удару и повлечет большую опасность в условиях активных боевых действий в Украине.

**– Судя по всему, Договор о стратегических наступательных вооружениях (ДСНВ) отнюдь не утратил свою актуальность. Какой вы видите дальнейшую судьбу этого договора?**

– Конечно, ДСНВ как бы отделял стратегические вооружения от региональных конфликтов и войн своеобразным «брандмауэром» из жестких ограничений на вооружения и их жизнедеятельность, регулярных инспекций на месте, детальных взаимных уведомлений, мер транспарентности и предсказуемости. Без договора этот барьер рассыпается, вероятность вовлечения в конфликт стратегических сил резко возрастет (например, через их размещение вне национальной территории). Решение по договору – это еще один беспрецедентный в истории шаг России в двусторонних отношениях с США. Но как заявили в Москве, пока НАТО не откажется от ведения гибридной войны против России, мы полностью приостановили свое участие в ДСНВ. Звучит немного странно: участие можно полностью прекратить, а не приостановить, но русский язык богат...

**– А реально ли вернуться к договору? Кому это было бы более выгодно – России или США?**

– Наши условия для возвращения являются весьма жесткими, и маловероятно, что США ради сохранения ДСНВ пойдут на радикальное изменение своей политики: оказания Украине всевозможной помощи и предоставления ей развединформации, наложения новых санкций на Россию и т.д. Причем США не считают, что они окажутся в худшем стратегическом положении. Если ДСНВ окончательно перестанет действовать и начнется возвращение ядерных боезарядов из хранилищ на носители, то у них образуется количественное преимущество в полтора раза – паритет будет нарушен. Но есть и обратная сторона медали. ДСНВ – главная, если не единственная сфера российско-американских отношений, в которой США реально заинтересованы. Этот интерес Россия может существенно ущемить. А у России интересы в отношении США разнообразны, но они до предела урезаны всеми санкциями. Так что для России потеря ДСНВ – это еще один ущерб среди многих. А для американцев – утрата главного актива своей физической национальной безопасности, несмотря на их способность сдвинуть паритет в свою пользу. Поэтому пока конфликт не прекращен или хотя бы не достигнуто соглашение о прекращении огня, трудно представить себе возвращение России в этот договор.

**– Китай уже несколько раз высказался против размещения ядерного оружия в Белоруссии. Не станет ли этот шаг ударом по дружбе России с Китаем?**

– Прямо-таки ударом не станет, так как российско-китайская дружба обусловлена широким набором мотивов. Впрочем, наши отношения с Китаем периодически меняются – от «дружбы навек», как говорили в 1950-е годы, до вооруженных конфликтов, как было в конце 1960-х. На обозримую перспективу есть широкая заинтересованность, особенно со стороны России, в экономическом сотрудничестве и есть сильный стимул к политической дружбе против определенных стран. Хотя в недавнем совместном заявлении сказано, что у нас с Китаем не военно-политический союз, понятно, что наши отношения стали намного ближе из-за того, что и РФ, и Китай противостоят США. Тем не менее Китай счел возможным после вроде бы триумфального визита Си Цзиньпина публично выразить неодобрение упомянутому эпохальному шагу со стороны России. Выходит, что наши отношения не застрахованы от противоречий по серьезным вопросам. Для поборников российско-китайских отношений это неприятная новость...

# «В ОБЛАСТИ УДАЛЕННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ТАТАРСТАН НАХОДИТСЯ В ЛИДЕРАХ В РОССИИ»

*Как развивалась астрофизика в Татарстане и каким образом ученые КФУ наблюдают за небом через телескоп, расположенный в Турции? Об этом рассказывает профессор кафедры астрономии и космической геодезии Института физики КФУ, доктор физико-математических наук Ильфан Бикмаев в интервью, которое мы публикуем в День космонавтики*



*Ильфган Бикмаев: «Становление и развитие рентгеновской астрономии в СССР и России связано с именем нашего выдающегося астрофизика Рашида Сюняева»*

## «С ПОМОЩЬЮ РАКЕТ МОЖНО ОТПРАВЛЯТЬ В КОСМОС И АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ»

**– Ильфан Фяритович, расскажите, пожалуйста, как казанские ученые «строят карту всего неба», используя рентгеновские телескопы.**

– Есть крупный международный проект в рентгеновской астрономии, в котором в настоящий момент Россия занимает лидирующие позиции. Этот проект связан с рентгеновской обсерваторией «Спектр-Рентген-Гамма». Это Российская орбитальная обсерватория (с участием Германии), на ее платформе установлены два рентгеновских телескопа – российский ART-XC и немецкий eROSITA. Проблема заключается в том, что рентгеновское излучение поглощается земной атмосферой: для человеческой жизни это хорошо, но с точки зрения астрономии и познания внешнего мира это плохо, поскольку мы не видим часть Вселенной.

До 1957 года не было никакого шанса этот мир познать. Именно тогда, впервые в мире, в Советском Союзе на орбиту вокруг Земли был запущен первый спутник. По мере развития космонавтики стало понятно, что кроме запуска сложных аппаратов типа МКС или телевизионных спутников связи с помощью ракет можно отправлять в космос и астрономические телескопы, в том числе чтобы изучать мир, который блокируется атмосферой Земли.

Отмечу, что рентгеновская астрономия возникла не вчера и не сегодня, то есть тот спутник («Спектр-Рентген-Гамма»), о котором мы сейчас говорим, не первый из запущенных когда-либо в космос. В 1962 году американский ученый итальянского происхождения Риккардо Джаккони организовал запуск космической обсерватории Aegobee, с помощью

которой был открыт один из первых источников рентгеновского излучения в созвездии Скорпиона (был назван Scorpiion X-1). В 2002 году за научные результаты, полученные с помощью этого и следующих рентгеновских спутников («Ухуру», 1970, и «Эйнштейн», 1978), Джакони вручили Нобелевскую премию. С тех пор рентгеновские обсерватории в космос запускали и американцы, и европейцы. Становление и развитие рентгеновской астрономии в Советском Союзе и России связано с именем нашего выдающегося астрофизика с мировым именем – академика РАН Рашида Алиевича Сюняева (Институт космических исследований РАН), под его научным руководством были запущены четыре рентгеновские обсерватории: советские – «Рентген» и «Гранат» (на космической станции «Мир»), европейская «Интеграл», российская (с участием Германии) – «Спектр-Рентген-Гамма».

На самом деле, небо огромное, и чтобы понять, что есть в этом рентгеновском мире, нужно, чтобы обсерватория сделала обзор всего неба, то есть построила карту всего неба. Таких обзорных проектов в рентгеновской астрономии было не много, и в последний раз подобный запуск осуществили немецкие ученые в 1995-1996 годах. Их спутник ROSAT сделал обзор всего неба и обнаружил около 100 тысяч рентгеновских источников.

Как правило, то излучение, которое мы получаем от Солнца, исходит от плазмы, разогретой до температуры около 6 тысяч градусов, и она излучает в привычном нам оптическом диапазоне спектра. Для того чтобы произвести рентгеновское излучение, нужно, чтобы температура плазмы составляла от нескольких миллионов до сотен миллионов градусов.

Так что источники, которые мы наблюдаем в виде рентгеновского излучения, – это некие необычные условия, в которых каким-то образом природа создала высокотемпературную плазму.

## «РАШИД АЛИЕВИЧ УБЕДИЛ ЕВРОПЕЙСКИХ УЧЕНЫХ ЗАПУСТИТЬ ОБСЕРВАТОРИЮ НА РОССИЙСКОЙ РАКЕТЕ»

Возвращаемся к германскому спутнику ROSAT: в 1995 году он обнаружил порядка 100 тысяч рентгеновских источников, среди которых одна третья часть принадлежала нашей Галактике (в основном, звезды с рентгеновскими коронами подобной Солнечной короне), а другие 70% – были далекими объектами (кварами – галактиками с активными ядрами). Немецкие ученые работали с полученными данными на протяжении 30 лет, но понятно, что этого количества (100 тысяч объектов) категорически недостаточно – мы знаем, что таких объектов должно быть гораздо больше. Просто в тот момент 30 лет назад не хватало чувствительности рентгеновских детекторов – технологии того времени не позволяли видеть большее количество слабых и более далеких рентгеновских источников.

Поэтому академик Рашид Алиевич Сюняев, который работает в Институте космических исследований, в 90-е годы попытался запустить новую российскую орбитальную обсерваторию для наблюдения рентгеновских источников. Вообще Рашид Алиевич за свою жизнь запустил четыре подобные космические обсерватории. Если говорить конкретно, то с помощью российской ракеты «Протон» в 2002 году была запущена европейская обсерватория «Интеграл». Всю «начинку», все телескопы сделали европейцы, но встал выбор, кому запустить это оборудование в космос на специально рассчитанную орбиту – американцам, французам или Роскосмосу. И Рашид Алиевич убедил европейских ученых в том, что будет более выгодно запустить обсерваторию на российской ракете «Протон». Запуск был очень успешным, и за это российские ученые получили 25% времени наблюдения на этой обсерватории. Отмечу, что благодаря успешному запуску она работает в космосе до сих пор, там нет облаков, так что она наблюдает круглые сутки. То есть 25% – это три месяца, что очень много.

– *Когда прошел запуск?*

– Он состоялся в 2002 году, а в 2003-м Рашид Алиевич подключил нашу казанскую команду к работе с этой европейской обсерваторией в российской квоте с использованием 1,5-метрового оптического телескопа КФУ, установленного в Турции (РТТ-150). К слову, у него уже тогда была мечта о запуске большой российской обсерватории, но с международным участием, чтобы там были все развитые страны. Тогда ему не удалось это сделать, но в 2019 году в коллаборации с немецкими учеными он запустил совершенно новую рентгеновскую обсерваторию под названием «Спектр-Рентген-Гамма» (СРГ).

Документ о создании этой обсерватории был подписан руководствами обеих стран в 2008 году, и началась работа по ее созданию. Параллельно все еще летал спутник «Интеграл», и Рашид Алиевич нам сказал: «До нашей российско-германской обсерватории нам еще жить лет десять, а пока летает европейская, давайте наблюдать на 1,5-м телескопе КФУ рентгеновские источники спутника «Интеграл» – для вас это будет опытом».

Кстати, наша группа казанских исследователей смогла попасть на космодром Байконур – перед запуском новой обсерватории. Там присутствовал и Рашид Алиевич Сюняев, и руководство КФУ. На этой грандиозной ракете находился аппарат, состоящий из двух рентгеновских телескопов – один немецкий eROSITA (extended ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array), а второй – российский – ART-XC. Они дополняют друг друга: российский телескоп работает в жестких рентгеновских лучах, а немецкий – в мягких. Очень сложно сделать аппарат, который работает сразу в широком диапазоне, поэтому россияне и немцы решили диапазон поделить.



«В 2003-м Рашид Алиевич подключил казанскую команду к работе с европейской обсерваторией с использованием 1,5-метрового оптического телескопа КФУ, установленного в Турции»



## «ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЭТО БУКВАЛЬНО ПРЕДЕЛ ТЕХНОЛОГИЙ»

### – Как устроен рентгеновский телескоп?

– Когда вы проходите флюорографию, рентгеновские лучи вас просто пронизывают – их очень трудно сфокусировать, собрать в точку. И в этом основная проблема: рентгеновских телескопов не так много, потому что сделать телескоп, который фокусирует рентгеновские лучи, очень сложно, так как нужны специальные зеркала косоугольного падения. Если направить рентгеновский луч на оптическое зеркало, он просто пройдет сквозь него. Но физики еще в начале XX века сообразили, что рентгеновские лучи, если запустить их под маленьким углом, отразятся от металлической поверхности. То есть рентгеновские лучи все же можно сфокусировать, но работающая площадь зеркала будет очень маленькой.

Поэтому рентгеновский телескоп необходимо делать из большого количества зеркал. Плюс он должен быть отполирован лучше, чем в оптическом телескопе, поскольку длина волны у рентгеновских лучей намного короче оптических. Для промышленности это буквально предел технологий – сделать так, чтобы шероховатость на поверхности зеркала была на уровне размера атома. Помимо этого, требуется напыление зеркал золотом или платиной – от алюминия рентгеновские лучи отражаются плохо. Поэтому не каждая страна мира может позволить себе сделать такой телескоп и обсерваторию.

### – В России есть необходимое производство?

– Да, благодаря тому, что астрономы попросили промышленность сделать такие зеркала косоугольного падения, и в России было запущено соответствующее производство.

Рашид Алиевич убедил Правительство Российской Федерации в том, что это шанс российской науке вырваться вперед. Поэтому, понимая, что мерилком для любой страны является возможность освоения космоса, он сказал: «Давайте найдем свою нишу, где мы можем вырваться вперед».

Роскосмос выделил средства, и были подписаны соответствующие соглашения. Было понятно, что сделать два телескопа одной России будет сложно, поэтому мы договорились с немецкой стороной, у которой уже был опыт создания рентгеновских телескопов. Рашид Алиевич, который более 20 лет работал директором Института астрофизики им. Макса Планка в Германии, убедил немецких ученых установить германский телескоп на российскую платформу. Так и родился этот проект.

Сама платформа – российская, поскольку она должна управляться с Земли из Центра управления полетами, находясь далеко в космосе. Сделано два телескопа: один в Германии, второй – в России. Все это было свезено в НПО им. С. Лавочкина и там собрано. Кстати, мы были там в 2018 году и видели этот большой цех: все работали в масках, скафандрах, в помещении сверхчистый воздух, чтобы никаких пылинок на этих зеркалах не было.

Дальше все это было отвезено на космодром Байконур в Казахстане, назначен старт, и мы через Рашида Алиевича попросили разрешение присутствовать на месте подготовки и старта ракеты «Протон». 13 июля 2019 года был осуществлен запуск.

### – А где летает эта платформа?

– Этот вопрос тоже обсуждался. Разные обсерватории в основном летают вокруг Земли. Это проще, поскольку в случае чего до платформы можно добраться космонавтам, как это было с американским телескопом имени Хаббла. Однако из-за того, что мы работаем в рентгеновском диапазоне, на результаты наблюдений может значительно влиять магнитосфера Земли. Поэтому было принято решение вынести обсерваторию далеко от поверхности нашей планеты.

Существует точка Лагранжа, названная по имени французского ученого, который еще 200 лет назад рассчитывал движение небесных тел вблизи орбиты Земли. Он нашел несколько точек, при помещении в которые тело будет находиться в гравитационном равновесии. Точка L1 находится между Солнцем и Землей, и в ней притяжение от обоих объектов одинаковое. Эта точка, к сожалению, неудобна из-за света Солнца, так как нам нужно, чтобы солнечный свет не мешал наблюдениям. Благо есть вторая точка Лагранжа L2, более подходящая, которая находится примерно в 1,5 млн километров от Земли в другую сторону от Солнца, на расстоянии в четыре раза дальше расстояния до Луны.

У Роскосмоса еще не было ранее опыта запуска космической обсерватории так далеко от Земли, поэтому ситуация с запуском была очень ответственной. Американцы туда уже запускали свои аппараты: к примеру, там сейчас летает знаменитый инфракрасный телескоп James Webb, а также замечательная европейская оптическая обсерватория GAIA. Так что для России это в какой-то мере стало проверкой технологических возможностей.



«В 2019 году в коллаборации с немецкими учеными Рашид Алиевич запустил совершенно новую рентгеновскую обсерваторию под названием «Спектр-Рентген-Гамма»

## «У АСТРОНОМОВ ЕСТЬ ОГРОМНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ АРХИВЫ КАРТ НЕБА В РАЗНЫХ ЛУЧАХ»

– *Какова цель этой миссии?*

– Основная задача миссии «Спектр-Рентген-Гамма» – построение карты всего неба в рентгеновских лучах. При чувствительности, в 30 раз превосходящей предыдущую миссию, ROSAT было необходимо попробовать найти еще большее количество не изученных ранее объектов, излучающих в рентгеновском диапазоне.

На платформе есть двигатели, которые при необходимости включаются и удерживают аппарат на орбите. Если оставить это тело в точке Лагранжа, оно побудет там где-то месяц, а потом другие тела просто вытолкнут его своей гравитацией. Поэтому на платформе есть двигатели, и раз в два месяца происходит коррекция орбиты аппарата. Это сложная технологическая задача, которую Роскосмос все это время успешно решает, в том числе и при эпизодическом участии 1,5-метрового телескопа Казанского федерального университета, установленного в Турции (Российско-турецкий оптический телескоп, РТТ-150).

**– *Надолго этот аппарат в космосе?***

– Планируется, что он проработает там порядка десяти лет. Эта обсерватория работает по принципу сканирования всего неба, то есть она вращается. Обычно мы наводим телескоп на какую-то точку и смотрим, ждем накопления сигнала. Так работает телескоп имени Хаббла: он видит очень далеко, но очень маленькую область неба – все остальное небо он не видит. Для того чтобы получить карту всего неба, телескоп должен все время вращаться, летая на своей космической орбите.

Телескопы обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» получают полную карту неба за полгода. С 2020 по 2021 год было сделано четыре скана неба, и они были сложены (просуммированы). Рашид Алиевич предположил, что можно бы вращаться помедленнее, но из предшествующего опыта выяснилось, что рентгеновские источники – это, как правило, беспокойные источники. Поэтому важно на них смотреть не по одному разу, а наблюдать в динамике.

На этих четырех сканах было выявлено огромное количество переменных источников: в первом скане источник есть, во втором его нет, в третьем он снова появился, но в другом виде.

**– *Что удалось узнать, благодаря уже полученным сканам?***

– Российские ученые из группы Рашида Сюняева в Институте космических исследований РАН и немецкие ученые получили карты неба в рентгеновском диапазоне. Данные, которые получает российский телескоп ART-XC, принадлежат только российским ученым. А данные, полученные на немецком телескопе eROSITA, поделили пополам: за обработку одной половины неба отвечает российская сторона, а за вторую половину отвечает немецкая сторона.

Мы привыкли видеть небо глазом в оптическом диапазоне спектра, но полученная карта неба обсерваторией СРГ – это не оптика, это свечение в рентгеновских лучах. И только на нашей российской половине рентгеновского неба, по данным телескопа eROSITA, насчитывается около 2 млн новых источников.

**– *А от чего исходит свечение? Что это за объекты?***

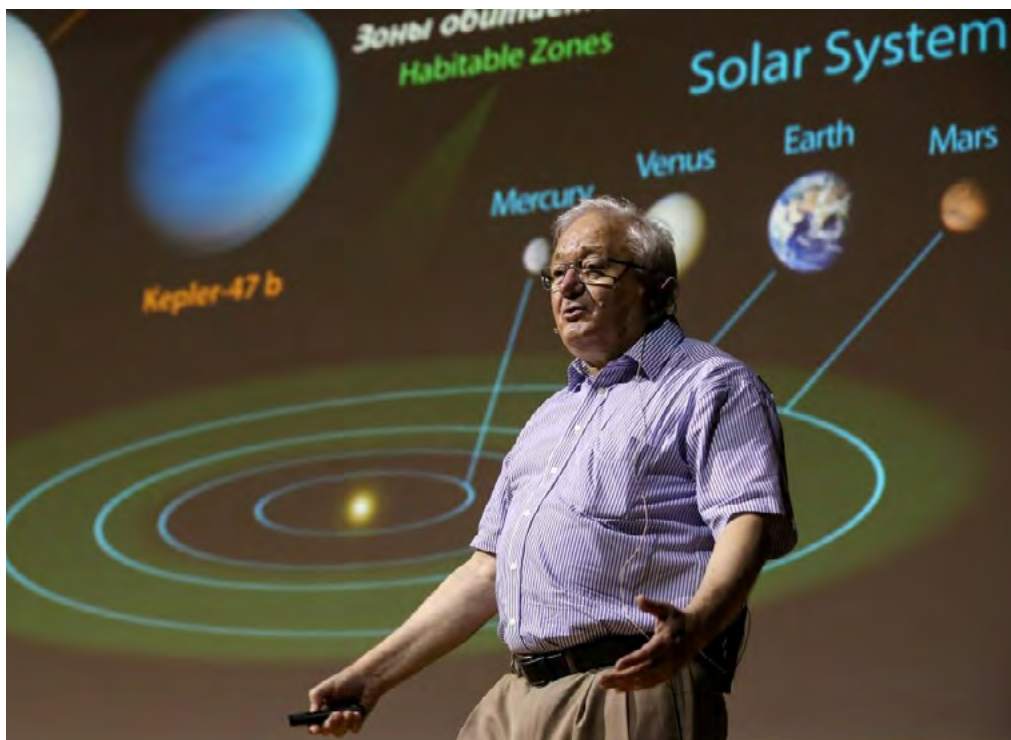
– Рентгеновские телескопы СРГ регистрируют фотоны и строят рентгеновские изображения участков неба, но по этим рентгеновским изображениям нельзя с ходу определить физическую природу обнаруженного источника. У наших коллег из Института космических исследований РАН (г. Москва) есть теперь каталог из 2 млн рентгеновских точек на небе, и мы знаем исходящий от них рентгеновский поток. Также есть оптические телескопы, которые делают обзоры с Земли. То есть у астрономов есть огромные электронные архивы карт неба в разных лучах – оптических, инфракрасных и др.

**– *И их можно наложить на рентгеновскую карту?***

– Все верно, это очень сильно помогает. По оптической карте понятно, где у нас звездочка, а где галактика. Когда с помощью специальной программы SRGz, созданной уче-

ными ИКИ РАН, накладываются рентгеновские координаты на оптические, то примерно в 80% случаев получается выяснить, что представляет собой тот или иной рентгеновский источник – черную дыру, скопление галактик, звезду нашей Галактики и т.д.

Но что делать с оставшимися 20%? Это 500 тыс. неизвестных источников, с которыми надо что-то делать. Для них нужно организовывать специальные наблюдения, и это задача, о которой Рашид Алиевич знал, еще когда запустил космический телескоп «Интеграл» в 2002 году.



«Российские ученые из группы Рашида Сюняева в Институте космических исследований РАН и немецкие ученые получили карты неба в рентгеновском диапазоне»

## «ТАКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЕСТЬ ДАЛЕКО НЕ У ВСЕХ В РОССИИ»

– *В чем роль Татарстана в этом проекте?*

– Кафедра астрономии и космической геодезии КФУ, где мы с вами сейчас беседуем, была организована в 1810 году. Здесь работали Иван Симонов, Николай Лобачевский и другие известные ученые. 200 лет назад в Казанском университете была заложена система подготовки высокопрофессиональных астрономических кадров. И это не просто лекторы, которые что-то рассказывают, но и практики, поскольку в Казанском университете были построены и обсерватории.

Как вы знаете, есть городская обсерватория на территории вуза, однако со временем, из-за того, что Казань постепенно разрасталась и появлялось ночное освещение, за небом в городских условиях стало неудобно наблюдать. Так, в 1901 году наблюдения переместили в загородную обсерваторию им. Энгельгардта в 25 км от Казани. До 70-х годов XX века основные наблюдения проводились там.

К семидесятым годам Казань разрослась еще больше (а это и пыль, и теплый воздух от городских котельных), плюс появился завод «Оргсинтез», свечение которого начало доставать и до загородной обсерватории. Поэтому было принято решение перебазироваться в горы на Северный Кавказ. Так, у Казанского университета появилась Северо-Кавказская астрономическая станция, и студенты КФУ до сих пор ездят туда на практику. Важность этой станции в том, что она находится рядом с самым крупным российским телескопом Специальной астрофизической обсерватории РАН диаметром зеркала в 6 метров, и у наших студентов есть возможность познакомиться с сотрудниками этой обсерватории и в перспективе начать проходить там практику.

Когда на казанской станции появились маленькие телескопы, стало понятно, что далеко они не видят, и нужно строить большой телескоп. В 80-е годы прошлого столетия у Ленинградского оптико-механического объединения («ЛОМО» в том числе выпускало фотоаппараты, – прим. Т-и) был заказан крупный телескоп для Казанского университета с главным зеркалом диаметром 150 см. Он был сделан к 1995 году, и тут встал вопрос места его установки. Была идея поставить на Кавказе, но она не состоялась – из-за переменчивой погоды на этой территории. Места с меньшей облачностью находятся на территории других государств, а значит, надо договариваться с другими странами. Европа пошла по этому пути и построила Южную Европейскую обсерваторию в Чили.

Казанский университет и Институт космических исследований РАН, увидев, что эта международная система работает, заключили еще в 1995 году соглашение с турецкой стороной. Турецкие партнеры проложили в гору дорогу, электричество, воду, построили административные сооружения, но у них не было телескопа. А у России были технологии, был завод «ЛОМО», который с 30-х годов XX века изготавливал крупные телескопы.

Поэтому Казанский университет вместе с Институтом космических исследований РАН решили установить 1,5-метровый телескоп в Турции. К этому подключилась и Академия наук Татарстана.

В 1995 году Рашид Алиевич Сюняев и Наиль Абдуллович Сахибуллин обратились ко мне с предложением: «Ты работаешь на 6-метровом телескопе САО РАН, получил опыт работы на крупных телескопах, плюс ты выпускник Казанского университета. Не вернешься ли ты в Казань для работы по проекту 1,5-метрового телескопа?» Мне это было интересно, так что я согласился связать свою дальнейшую научную карьеру в КФУ и АН РТ с проектом телескопа РТТ-150 в Турции. Я и по сей день активно участвую в этом проекте совместно с российскими и турецкими учеными.

Проблема была в том, что телескоп делался в 80-90-х годах, а на границе столетий изменилась технология детекторов – они стали электронными. Такое оборудование «ЛОМО» делать еще не могло. Поэтому параллельно с установкой телескопа в Турции мы обсуждали вместе с Рашидом Алиевичем, Наилем Абдулловичем и турецкой стороной создание нового современного оборудования – современных приемников излучения, спектрометров, фотометров. В этом процессе вместе участвовали Казанский университет, Академия наук Татарстана, Институт космических исследований и Турция. Так что сейчас наш телескоп оснащен по последнему слову техники.

Плюс благодаря современным технологиям мы можем, находясь в этом здании городской астрономической обсерватории на территории КФУ, ночью передавать команды на телескоп РТТ-150, наводить его на определенные участки неба, и уже утром после обработки данных мы будем знать, что за источник рентгеновского излучения обсерватории СРГ нами был зафиксирован. То есть благодаря возможностям удаленных наблюдений на расстоянии в 2400 километров от самого телескопа мы вернули зданию нашей кафедры статус городской астрономической обсерватории КФУ.

Такие возможности есть далеко не у всех в России. Помимо Казанского федерального университета они имеются только у Института космических исследований РАН и астрономов Московского государственного университета.

Так что в области удаленных астрономических наблюдений Татарстан находится в лидерах в РФ.

НАУКА В СИБИРИ, 18.04.2023

Екатерина Пустолякова

# ВАЛЕНТИН ПАРМОН: «Я УМЕРЕННЫЙ ОПТИМИСТ!»

*«Оптимист – потому что без оптимизма нельзя жить, а умеренный – потому что на пути есть много препятствий, которые приходится преодолевать», – говорит вице-президент РАН, председатель Сибирского отделения РАН академик Валентин Николаевич Пармон.*

В детстве он хотел стать биологом, однако в итоге посвятил свою жизнь физической химии и катализу. Дорога в науку, как и у многих крупных исследователей, у Валентина Пармона началась с увлечения природой.

«Когда я был дошкольником, мы жили в степной Украине, в Мелитополе, и мне было очень интересно наблюдать за окружающим миром, – рассказывает ученый: – кузнечики с разноцветными крыльшками, колючие растения, многое другое. Мои родители происходили из белорусских аграриев, и мы выращивали арбузы около дома: конечно, на это поэтапное превращение ростка в большую ягоду было любопытно смотреть».

Первым настоящим соприкосновением с наукой Валентин Пармон называет книгу «Море живет» Николая Тарасова: она попала в руки перешедшего в третий класс мальчика, когда он был в пионерском лагере в Одессе. «Это научно-популярная книга 1949 года издания (кстати, жена нашла ее в букинистическом магазине и подарила мне), там рассказывалось про живность, которая водится в морях под водой и над водой, о том, как надо собирать коллекции и вести исследования», – вспоминает академик Пармон (он сохранит любовь к подводному миру на всю жизнь, выбрав в качестве хобби плавание с аквалангом).

«Благодаря быстроте хода, прочности корпуса корабля, большим запасам на нем горючего для машин, воды, продовольствия и таким замечательным средствам связи и ориентировки, как радио, радиолокация, гидрофон, эхолот, нынешний моряк мало зависит, казалось бы, от стихий воды и воздуха. Больше того, он хозяин и победитель моря! Но эта победа дается не даром; она может смениться горечью поражения и даже гибелью, если пренебречь природой, перестать ежеминутно пытливно всматриваться в ее черты». Николай Тарасов. «Море живет»

«В пятом классе у нас была превосходная учительница по химии и биологии, мы ходили за ней гуськом. Тем более что она вела биологический кружок, – рассказывает Валентин Пармон. – Позже я с восторгом читал книги Николая Верзилина “Путешествие с до-





машными растениями” и “По тропе Робинзона”. Таким образом, исходно я формировался как биолог, был юным натуралистом и неофициально считался одним из главных юннатов Минска, где мы тогда жили. Будучи семиклассником, проводил для студентов экскурсии по оранжереям ботанического сада. Когда учился уже в старших классах, зазвучали слова “бионика”, “биофизика”. Кроме того, я подрабатывал лаборантом в школе и имел возможность заниматься физическими и химическими опытами».

«Любознательность, желание увидеть новое, открыть никому не известное, необычное зовут нас путешествовать. Руководимые этим чувством, этой страстью, путешественники открывали новые земли, знакомились с неведомыми народами и описывали невиданных животных и чудесные растения». Николай Верзилин. «По тропе Робинзона»

Параллельно Валентин Пармон посещал и технические кружки, был дважды чемпионом Белорусской ССР по радиоуправляемым моделям морских судов, входил в состав взрослой сборной команды БССР на всесоюзных соревнованиях. «Таким образом, развивался не только в биологическом направлении, но и в техническом, – говорит академик. – Плюс, еще раз повторю, мне очень повезло с учителями: у нас была потрясающая учительница математики, и когда мы завершали восьмой класс и надо было перейти в девятый в другую школу, наша математика перешла вместе с нами. Кстати, она одновременно преподавала свой предмет и в Минском пединституте. В новой школе был прекрасный учитель химии, кандидат наук и тоже преподаватель одного из вузов Минска».

Итак, к моменту выпуска из школы Валентин Пармон хотел стать биологом – и целенаправленно поступал в Московский физико-технический институт на факультет, где можно было заниматься биофизикой.

«То, что я пошел именно в МФТИ, имело несколько причин. Во-первых, появился КВН, и команда Физтеха тогда звездил, – улыбается ученый. – Мне стало интересно, чему учат в вузе, и одновременно я увидел в “Комсомольской правде” извещение о наборе студентов. Там было написано, что принимаются граждане СССР – это дало понять: в МФТИ занимаются серьезными вещами».

Валентин Пармон: «В КВН я не играл, чего не могу – того не могу, но обеспечивал действия команды».

Когда стало понятно, что та кафедра, на которую Валентин хотел пойти, занимается не тем, что ему было интересно в биологии, то студент Физтеха решил перейти на биофак Московского государственного университета и проштудировал полностью программу МГУ по биологии. «Однако в деканате мне не отдали мои документы, – говорит академик Пармон. – Так что пришлось остаться в Физтехе, а дальше судьба свела меня с выдающимся химиком Кириллом Ильичом Замараевым, хотя на тот момент я никогда не думал, что буду заниматься физической химией (и химической физикой), а впоследствии – катализом».

Академик подчеркивает: «Когда молодые ребята думают, что они точно знают, что самое важное и интересное в науке и чем надо заниматься, – это далеко не так, ведь самое главное в научной жизни – найти научного руководителя, наставника. Того, кому доверяешь, который доверяет тебе».

Таким человеком для Валентина Пармона стал Кирилл Ильич Замараев: именно под его руководством будущий академик соприкоснулся с серьезной наукой. С 1969 года до ухода Замараева из жизни, 26 лет, ученые работали вместе. «Сначала я был у него студентом на семинарах, затем – его студентом-дипломником, и он помог найти задачи, которые были очень интересными, и в частности ту, ради которой я согласился приехать с ним сюда, в новосибирский Академгородок, – рассказывает Валентин Николаевич. – Это очень специфическая проблема. В тот момент, когда я завершал обучение в Физтехе в 1972 году, случился очередной мировой энергетический кризис – а любой энергетический кризис всегда вызывает интерес к альтернативным, новым источникам энергии. Тогда директор Института химической физики АН СССР нобелевский лауреат Николай Николаевич Семёнов, во-первых, организовал научный совет по изысканию новых путей использования солнечной энергии, а во-вторых, как раз Семёнов сформулировал задачу по искусственному фотосинтезу. Замараев, как один из заместителей Николая Николаевича по этому научному совету (вторым был ставший нобелевским лауреатом физик Жорес Иванович Алфёров), нацелил меня на эту, тогда очень амбициозную, тематику».

Искусственный фотосинтез – рукотворная реакция разложения воды на кислород и водород, который может быть использован в качестве топлива для генерации энергии.





«Когда врубаешься в новую тематику, то появляется бешеный интерес, ты ставишь свои эксперименты, предлагаешь те или иные решения, – отмечает Валентин Пармон. – Так и получилось, что именно амбициозная задача и прекрасный руководитель и сподвигли меня переселиться в Академгородок». Ученый называет и дополнительный мотивирующий аспект: Институт химической физики к тому моменту был уже очень пожилым, сложившимся институтом с огромным количеством специалистов. Поэтому молодой человек чувствовал себя там не очень уютно – хотелось большей самостоятельности, возможности формировать свою команду и свободнее работать. В Академгородке такие возможности были.

Больше всего Валентин Пармон, по его словам, гордится тем, что удалось в Новосибирском государственном университете создать курс, которого не было никогда, – «Термодинамика неравновесных процессов для химиков». «Ключевое здесь – для химиков, – акцентирует ученый. – По этому направлению я написал уже несколько учебников и недавно сдал в издательство очередной. Это то, что мне больше всего нравится из сделанного, – и это моя личная работа». Что касается командных проектов, то среди самых значимых для себя Валентин Николаевич выделяет касающийся переработки возобновляемого растительного сырья в химические продукты, чем он занимается с молодыми учеными. Среди практических вещей академик Пармон называет создание экологически чистых угольных котельных («Исходная идея была не моя, но я принимал участие в ее реализации», – отмечает Валентин Николаевич), а также фундаментальные исследования начала 2000-х годов, которые привели к строительству завода по производству катализаторов для нефтепереработки в Омске, – это обеспечило импортнезависимость России по такому виду продукции.

Проблема искусственного фотосинтеза, которой приехал заниматься в Академгородок Валентин Пармон, до сих пор полностью не решена, и напрямую, как говорит ученый, пока это сделать не удастся никому, хотя есть очень мощные продвижения вперед. «Я человек легко увлекающийся, поэтому есть и другие научные проблемы, очень меня интересующие, – добавляет академик. – Например, предбиологический этап зарождения жизни – он до сих пор малоопытен. Но надеюсь, вклад в его исследование, сделанный в том числе у нас в лаборатории, будет полезен в дальнейшем. Еще одно очень специфическое явление – шаровая молния. В свое время в Институте катализа был сделан интересный задел в этой области, и я счастлив, что смог заинтересовать Институт химической кинетики и горения им. В. В. Воеводского СО РАН продолжить эти работы. Похоже, мы начинаем понимать, что же это такое – шаровая молния, как она образуется и почему существует».

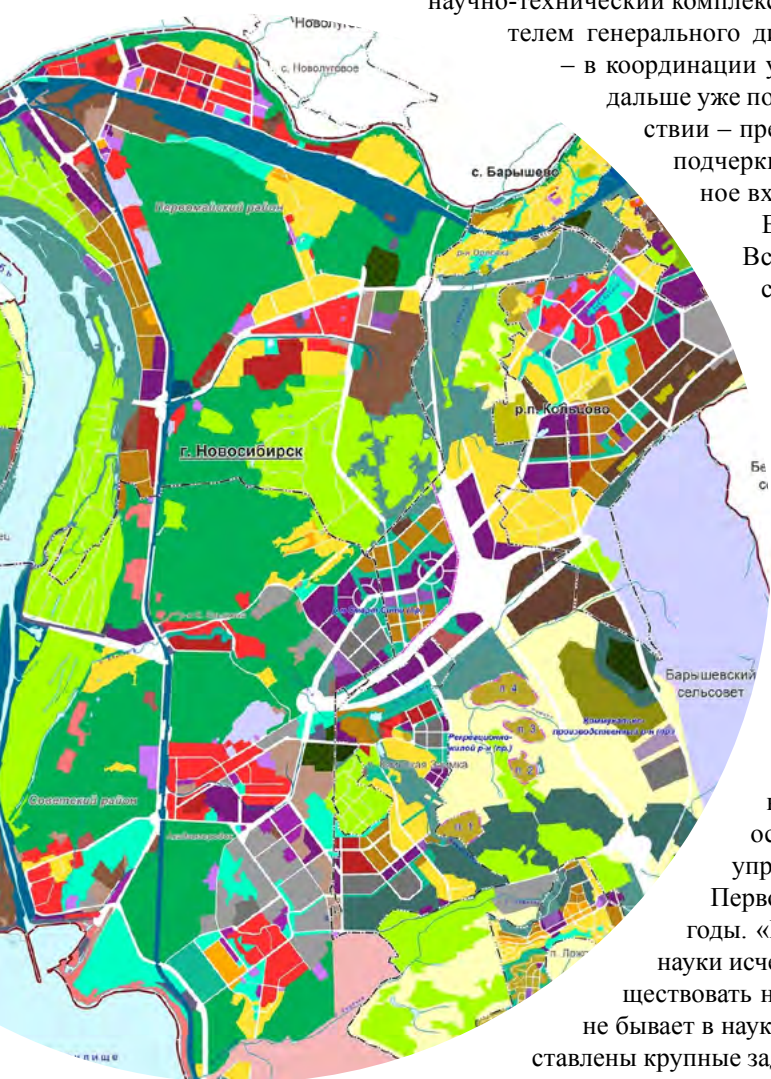
Свой переход к научно-административной работе Валентин Пармон называет естественным, не скачкообразным. Хорошую школу в этом отношении он прошел еще в МФТИ. «Я был политически свободомыслящим студентом, и на пятом курсе у меня даже случился большой конфликт с деканатом, – рассказывает ученый. – Я был главным редактором факультетской стенгазеты, и один

из новогодних номеров нашей стенгазеты вызвал разборки на уровне партбюро, потом меня пригласили в деканат. Очень эмоциональная состоялась дискуссия. Надо сказать, что мне очень хотелось остаться в Москве в аспирантуре. Но после конфликта передо мной поставили выбор: «Так, Пармон, либо ты будешь в аспирантуре, но при этом станешь секретарем комсомольской организации факультета, либо ты нигде не будешь». Я предпочел первый вариант и, надо сказать, получил в ходе выполнения этих обязанностей большой неформальный опыт оргработы с большим (900 человек) коллективом, за что очень благодарен судьбе. Следующая ступенька – приглашение в Академгородок, где помимо чисто научных задач нужно было и организовывать лабораторию на новом месте. Затем совершенно неожиданно умер первый директор Института катализа академик Георгий Константинович Боресков, Замараев стал руководить ИК и предложил мне стать его заместителем. Потом, в середине 1980-х, был организован межотраслевой научно-технический комплекс «Катализатор», где я работал сначала заместителем генерального директора, а потом и генеральным директором – в координации у нас было 24 промышленных института. Ну а дальше уже понятно: директор Института катализа и впоследствии – председатель Сибирского отделения РАН. Однако подчеркну: рывков с нуля не было, это было постепенное вхождение в дело».

Валентин Пармон: «Скандал вышел вот почему. Все факультеты любили делать очень большие стенгазеты, и вот на Новый год мы выпустили стенгазету на 16 листов ватмана. Главное изображение там было – Новый год в Афинах. Мужчины неглиже с рюмками и так далее. Мы вывесили наше творение в институте, и буквально через два часа его сняли как разлагающееся. Конечно, дело заключалось не только в рисунках: всё случилось после известных событий 1968 года, и в стенгазете на эту тему тоже кое-что было».

Особую обеспокоенность у Валентина Пармона как одного из ведущих руководителей РАН вызывает нынешняя роль академической науки: «Сейчас это приоритетная проблема, и она всё время обсуждается». Валентин Николаевич напоминает, что Академия наук создавалась как государева структура, и ее основной задачей было консультировать тех, кто управляет страной, – так повелось начиная с Петра Первого и продолжалось позже, особенно в советские годы. «Когда началась перестройка, целенаправленно для науки исчезло, возникло представление, что она может существовать независимо, – говорит ученый. – Такого никогда не бывает в науке большой страны, потому что должны быть поставлены крупные задачи, вокруг которых и концентрируются специалисты, понимающие, для чего они работают. Это было, но прекратилось».

В результате, как мы видим, произошла реформа РАН. Поэтому задача сейчас – восстановить систему управления наукой». Валентин Пармон сообщил, что специалисты Сибирского отделения сейчас работают над программой развития СО РАН до 2038 года, производя апгрейд того, что было сделано в 2018 году. Уточняется и программа развития «Академгородок 2.0» – в основном с точки зрения получения реальной отдачи для решения конкретных задач. «Я считаю, в первую очередь нужно восстановить те функции, для



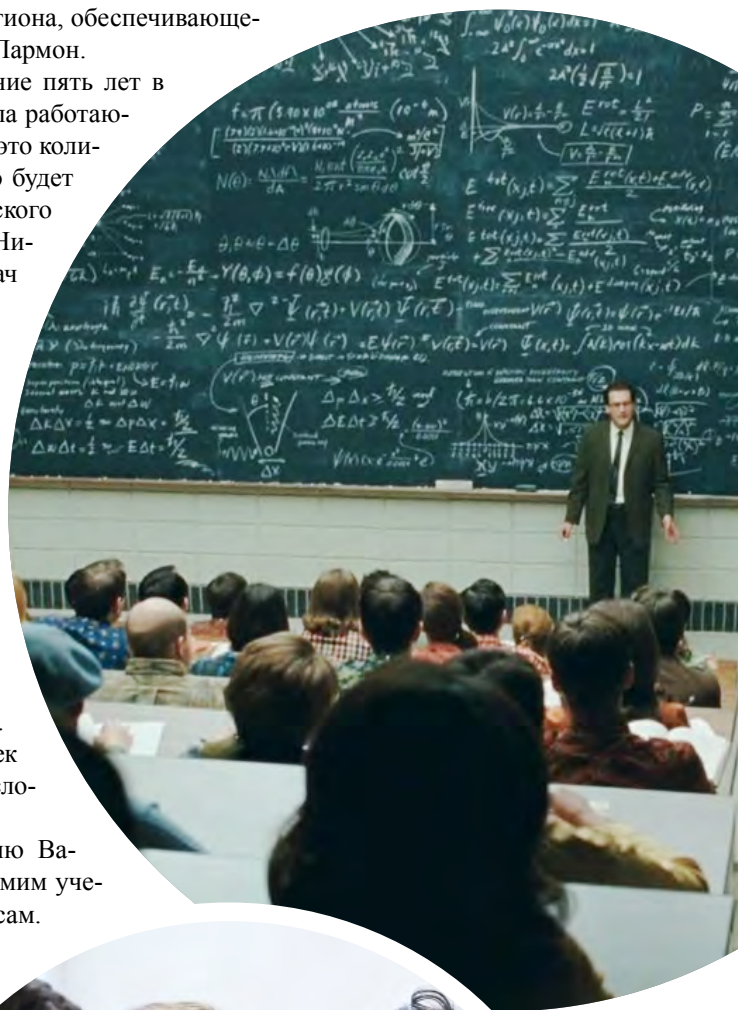
которых создавалось Сибирское отделение: это научное сопровождение проблем, связанных с развитием Сибири, – центрального региона, обеспечивающего будущее всей России», – акцентирует академик Пармон.

Он напоминает, что, по статистике, за последние пять лет в России произошло существенное уменьшение числа работающих в науке, тогда как в других странах, наоборот, это количество увеличилось. «Нельзя этого допускать. Кто будет решать задачи типа восстановления технологического суверенитета России? – подчеркивает Валентин Николаевич. – Поэтому еще одна из важнейших задач – кадры. Их надо привлекать и готовить».

У председателя СО РАН есть конкретный ответ, каким образом: «Для того чтобы ученый мог себя чувствовать комфортно, необходимо выполнение пяти условий. Первое: должна быть интересная задача, плюс если это молодой ученый, то должен быть хороший научный руководитель, наставник. Второе: исследования должны быть обеспечены приборами и финансово. Третье: заработная плата ученого не должна быть “обидной”. Четвертое: у молодого ученого должна быть гарантия жилья. Пятое: должно быть достаточно комфортное окружение с точки зрения общих интересов – спорт, друзья-единомышленники, культура, инфраструктура. Если эти факторы выполняются вместе, то человек будет успешно и с удовольствием работать даже в сложившейся внешней обстановке».

Привлечением школьников в науку, по мнению Валентина Пармона, следует заниматься не только самим ученым, но и государству. «Нужны кружки по интересам. Очень важен руководитель, учитель, за которым будут идти ребята, обладающий ключевыми качествами: любовью к детям, широким кругозором, увлеченностью, – перечисляет Валентин Пармон. – Если говорить о нашем Академгородке, то надо развивать Клуб юных техников. Обязательно у нас должен быть доступный большой музей науки в целом. Конечно, ряд специализированных музеев есть, их довольно много, но они разрозненные и скорее ориентированы на уже мотивированных посетителей».

Валентин Пармон признается, что, во-первых, никогда не жалел о выборе профессии исследователя – и полностью удовлетворен тем, что удалось сделать в ней. «Мне очень повезло с теми, кто меня окружал, – говорит он. – Я мог пойти по другим путям, но в том, который был выбран, я состоялся. Достаточно уютно себя чувствую как фундаментальный ученый, но также считаю, что достаточно много сделано и практически».



СТИМУЛ, 19.04.2023

Александр Механик

# НЕ ТАКИЕ УЖ РЕДКИЕ ЗЕМЛИ

*Россия обладает фантастическими запасами руд редкоземельных металлов. Месторождения эти практически не разрабатывались, мировой рынок контролируют китайцы. Однако, по всем прогнозам, спрос на них будет расти кратно и для нас откроются новые возможности – правда, кадров и инфраструктуры для их реализации пока нет*

*Научный руководитель Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения РАН академик РАН Николай Похиленко*



*У России есть гигантские возможности для развития добычи и производства редкоземельных металлов и алмазов, которое во многом сдерживается их пока относительно небольшим потреблением, причем не только в России, но и во всем мире. Но если сбудутся предсказания о кратном увеличении их потребления в ближайшие десять-пятнадцать лет, то России есть чем ответить на этот вызов. Проблема в геологической разведке, которая за последние десятилетия сильно деградировала, и ее надо восстанавливать, чтобы не упустить открывающиеся перспективы. Об этом нам рассказал научный руководитель Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения РАН академик РАН Николай Похиленко, который провел почти 40 сезонов в геологических экспедициях на арктических территориях Сибири. В сфере научных интересов Николая Петровича – фундаментальные процессы минералообразования в верхней мантии Земли, процессы генерации расплавов, таких как кимберлит, на больших глубинах, происхождение и процессы образования природных алмазов, минералогия, петрология верхней мантии.*

**– Еще в 2013 году вы рассказывали мне об удивительном Томторском месторождении редкоземельных металлов, освоение которого вы назвали важнейшей государственной задачей.**

– Это месторождение уникально. Во-первых, по качеству руды. Богатая руда. И представляете, в ней окислов редкоземельных металлов содержится 125 килограммов на тонну. А обычно это 20–30 килограммов. То есть в разы больше. Во-вторых, много металлов, которые относятся к разряду особо дефицитных и высоколиквидных. Например, неодим. А это сверхмощные постоянные магниты на основе сплава неодима для двигателей в электромобилях, генераторов ветряков, маленьких электростанций, небольших гидроэлектростанций. Этот металл имеет широкое применение в современных высоких технологиях. А там содержание окиси неодима почти 22 килограмма на тонну. Это очень много.

**– А литий, о котором все говорят?**

– Лития там нет. Литий – это другие руды, это в других местах. Добывать литий можно на юге Сибири, там лучше всего. Например, в Иркутской области – там есть нефтяная компания, и у них межпластовые рассолы с хорошей концентрацией хлорида лития, и еще там достаточно много брома, в десятки раз больше, чем лития. Технология получения лития из этих рассолов была разработана еще в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века в Институте химии твердого тела и механохимии у нас в Академгородке. Возглавляла разработку Наталья Павловна Коцупало. В 90-х ее группа поехала в Китай и помогла китайским коллегам построить там два комбината для получения карбоната лития. Они сейчас получают примерно 15–17 тысяч тонн этого материала, который используется для создания очень широкой линейки литиевых аккумуляторов.

А Томторское месторождение – это Уджинское поднятие, Крайний Север. Очень богатые руды. Чтобы покрыть все наши потребности и обеспечить еще и экспортные возможности, достаточно перерабатывать на первых этапах 50–60 тысяч тонн в год.

Фактически эти руды – это уже концентрат, полученный природным путем. Эта территория где-то 370–380 миллионов лет назад была практически на экваторе, а потом переехала на север. Томторский массив очень большой. Его площадь примерно 240 квадратных километров. Изучена примерно одна шестая часть. Центральная часть называется участок Буранный. И еще есть участки Северный и Южный, все вместе около 40 квадратных километров.

– *А что еще там есть, кроме неодима?*

– Там много чего. К примеру, содержания в тонне руды в окислах таких дефицитных металлов составляют: празеодима – 5,6 килограмма, самария – 2,5 килограмма, гадолиния – 2,5, диспрозия – 1,5, иттрия – 7,5, ванадия – 12, лантана – 26, церия – 63, а ниобия – аж 67 килограммов! Мы покупаем сейчас феррониобий в Бразилии. А у нас уже есть свои технологии, разработанные для переработки томторских руд нашими коллегами в Красноярске в Институте химии и химических технологий Сибирского отделения РАН группой под руководством Владимира Ивановича Кузьмина, очень опытного технолога и одного из лучших специалистов по переработке таких сложных руд.

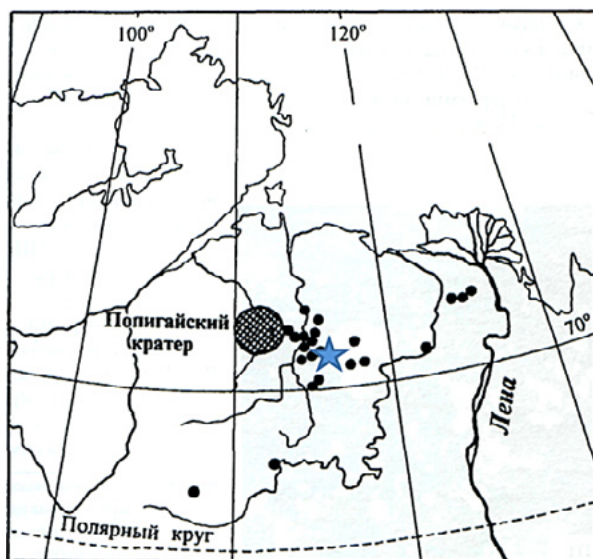
Феррониобий – это препарат для сталелитейной промышленности, который используется для изготовления низколегированных сталей для многих целей, например для скоростного транспорта. Рельсы становятся более прочными, не корродируют и дольше служат. А еще он используется в авиации, в автомобилестроении, при строительстве высотных зданий.

Далее, из металлов, которые на слуху, это средние и тяжелые лантаноиды, наиболее дефицитные, наиболее востребованные. Они используются для получения целой линейки сплавов с особыми свойствами.

– *Что мешает освоению этого месторождения?*

– Мы начали разрабатывать программу его освоения, и к ней подключился тогда председатель совета директоров компании «ТриАрк Майнинг» Игорь Тихов. Он приезжал к нам. Мы давали всю информацию о том, что там есть, что может быть, какие перспективы. В это время моим заместителем в институте, где я был директором, был человек, который провел детальную разведку участка Буранный, – Александр Толстов. В то время он работал в АО «Алроса», был главным геологом Северной партии, входящей в знаменитую Амакинскую экспедицию. Он долго и детально работал на этом месторождении и

### Географическое положение Попигайской астроблемы и Томторского ниобий-редкометального месторождения



~ 36 млн. лет назад метеорит размером более 6 км со скоростью около 30 км/сек врезался в Землю в арктической части Сибирской платформы, образовав кратер диаметром около 100 км.

При взрыве, длившемся около 1 секунды, давления достигали 140 ГПа (1,4 млн. атм.), а температура - 3500-4000°С. В этих условиях часть графита, содержащегося в кристаллических породах мишени, трансформировалась в природный наноструктурированный агрегат кубического алмаза и более плотной и твердой гексагональной фазы углерода – лонсдейлита.

Разведанные в 80-х годах прошлого столетия и поставленные на баланс запасы изученного участка, площадь которого составляет лишь 0,3 % от общей площади кратера – 142 млрд. карат, что более чем в 30 раз выше мировых запасов обычных алмазов, а прогнозные ресурсы всего месторождения измеряются триллионами карат. Звездочкой обозначено положение Томторского ниобий-редкометального месторождения.

Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения РАН

много чего знал. К нам за консультациями приезжали разные люди из Москвы, а потом образовалась компания «Восток Инжиниринг», которая получила лицензию на это месторождение. В конце концов ее перепродали вместе с компанией группе компаний ИСТ, руководимой братьями Александром и Виталием Несисами. Они пытались доразведать это месторождение, сделать какое-то добывающее предприятие, но все шло как-то ни шатко ни валко, и вот уже девятый год пошел, но серьезной работы там, в общем-то, так и не было проведено.

И это совершенно уникальное месторождение пока не задействовано. Может быть, оно, конечно, и хорошо, потому что планировалось возить руду из этого месторождения в Краснокаменск, это Забайкалье, недалеко от границы с Китаем... Там минимальная переработка, а окончательное получение продуктов третьего передела – чистых металлов – это уже на территории Китая. А это все можно было бы делать у нас. Все необходимые технологии в Красноярске были разработаны, и надо было довести их до промышленного уровня. Было понятно, как делать, необходимо было оборудование, и все можно было сделать на площадке росатомовского горно-химического комбината Красноярск-26. Ну не сложилось. Я надеюсь, что сейчас изменится. Дело в том, что рядом с Томторским массивом, который не до конца изучен, есть признаки хорошего содержания благородных металлов – и золота, и платины. И что еще интересно: на участке Северный, где скважины поглубже, над зоной коры выветривания, которая была, когда эта территория была вблизи экватора, корообразовательные процессы выносили из этих пород натрий, магний, железо, кальций. И концентрировались те элементы, которые как раз нам нужны. Но этот процесс происходил в верхних частях массива, а глубже находятся карбонатиты. В этих карбонатитах находятся довольно мощные тела с высокой концентрацией марганца, а марганец – очень нужный элемент, опять-таки для металлургии.

Томторский массив более или менее изучен, но на этой же территории есть еще четыре массива, и они практически не изучены. Один есть вообще не разбуренный. Это рядом, все эти массивы в районе Уджинского поднятия, названного по имени реки Уджи, правого притока реки Анабар. И рядом же, чуть-чуть от Уджинского поднятия на северо-запад, есть реки Маят и Биллях, это тоже правые притоки реки Анабар. В их аллювиальных отложениях очень хорошие, дорогие алмазы. А выше по течению Анабара еще есть речка Эбелях, также правый приток этого самого Анабара, там тоже алмазов много, но они дешевые, некачественные, так называемой пятой, седьмой разновидности, 30–40 долларов за карат. А вот в речках Маят и Биллях, средняя цена алмаза 180 долларов за карат. Там 50 процентов плохих и 50 процентов очень качественных, хороших алмазов, которые поступили в русловые отложения этих рек из находящихся в этом районе алмазоносных кимберлитов, которые нам предстоит еще найти. Алмазы в них будут не хуже, чем в трубках Мир или Интернациональная.

*– Но эти плохие, наверное, тоже применимы?*

– Да, конечно. В буровых инструментах, камнерезных пилах. Алмазы из россыпей в бассейне реки Анабар добывает компания «Алмазы Анабара» дочка «Алрось». Попутно с алмазами из россыпей добываются золото и платина, которые, по имеющимся данным, поступают из массивов щелочно-ультраосновных пород Уджинского поднятия.

Если идти от Томторского массива в сторону Красноярского края, западнее за Анабар, там огромный стокилометровый кратер Попигайская астроблема. Что это такое? Примерно 36 миллионов лет назад большой метеорит, фактически астероид, размером порядка шести километров со скоростью примерно 30 километров в секунду врезался в Землю. В результате мощнейшего взрыва образовался стокилометровый кратер, выброс из кратера где-то на 500 километров. Для того района это была катастрофа. Людей еще, естественно, тогда не было, но живность там уже была. И эта живность в радиусе 500 километров была уничтожена. В породах мишени – Анабарского кристаллического щита – были гнейсы с высоким содержанием графита. При взрыве возникли очень

большие давления, до полутора тысяч килобар, а температура была 3500–4000 градусов. Эти условия существовали очень недолго, пока тормозился этот самый метеорит, примерно секунду, максимум полторы секунды. Но этого хватило, чтобы часть графита, который содержался в этих породах, превратился в природный наноструктурированный материал, состоящий из обычного кубического алмаза и более плотной гексагональной модификации этого углерода – лонсдейлита.



*Россыпное месторождение прииска «Молодо», разрабатываемое АО «Алмазы Анабара», дочерней компанией семейства АЛРОСА*

Россыпное месторождение прииска «Молодо», разрабатываемое АО «Алмазы Анабара», дочерней компанией семейства АЛРОСА

Эти импактные алмазы состоят из переменного количества кристаллитов обычных кубических алмазов и лонсдейлита размером 20–50 нанометров.

Виктор Людвигович Масайтис, ленинградский ученый, который работал на Севере, разгадал природу этого кратера, и он первый нашел эти импактные алмазы. В 80-е годы прошлого века этот кратер начали изучать. Засекретили все. Была образована Полярная экспедиция. Добыли эти самые импактные алмазы. Уже тогда было видно, что они более износостойкие, абразивная способность у них выше, чем у обычных природных либо синтетических алмазов. Но когда обнаружилось, что там нет ценных ювелирных алмазов, а только технические, Политбюро решило: «Зачем туда лезть, в Арктику, к этим техническим алмазам? Мы построим заводы в Минске, в Киеве, в Барнауле, под Ереваном, чтобы получать синтетические алмазы». Но китайцы, которые тоже запустили их изготовление в больших объемах, демпинговали на рынке, и ничего у нас, в общем-то не получилось.



Когда я стал директором нашего института, мне стала интересна тема импактных алмазов. Мы начали изучать их с ВНИИалмазом, но он захирел в 90-е годы. Где-то с 2009-го мы работали по этой теме с Институтом сверхтвердых материалов имени Бакуля НАН Украины в Киеве. После 2014 года это сотрудничество прервалось, и мы переориентировались на наших коллег в Белоруссии. Там очень хорошие специалисты, хорошее оборудование есть в Научно-производственном объединении «Институт машиностроения НАН Беларуси», НПО «Институт сверхтвердых материалов и полупроводников», и с этими организациями мы сотрудничали и продолжаем сотрудничать.

Полученные результаты показали, что у импактных алмазов, во-первых, абразивная способность в два – два с половиной раза выше, чем у природных либо синтетических алмазов, а износостойкость, или время работы до износа, выше от двух с половиной до шести раз. И у них очень высокая удельная поверхность, примерно в девять раз выше, чем у зерен из синтетических алмазов. И термостойкость у них на 250 градусов выше, что позволяет делать спеки из этого материала с кремнием и получать очень хороший композитный материал.

Так вот, суммарные мировые запасы природных алмазов в кимберлитах – это примерно пять миллиардов карат. Запасы только участка Скальный – примерно 145 миллиардов карат, а этот участок – это лишь 0,3 процента от общей площади кратера, то есть реальные ресурсы этого материала – триллионы карат. Но и этих 143 миллиардов, если начать использовать этот материал, при том что годовая потребность в них в мире сейчас составляет где-то 150–200 миллионов карат и можно довести ее до полумиллиарда, может быть, даже до миллиарда лет через десять, хватит на сто с лишним лет.

*– Это месторождение разрабатывается?*

– Пока нет. Мы готовимся. В Якутии работает такой золотопромышленник Андрей Витальевич Каздобин. Он добывает золото на Алдане, занимается золотыми россыпями. И он заинтересовался этим объектом и сейчас занимается оформлением лицензий на несколько площадей в пределах кратера. Заинтересовалось этим материалом, помимо наших белорусских коллег, и руководство МГТУ Станкин. Ректор Владимир Валерьевич Серебрянный и руководитель научного блока Станкина Дмитрий Юрьевич Колодяжный уже связались с нашими белорусскими коллегами. Станкину сейчас поручено возродить нашу станкостроительную промышленность. А к станку нужны же и резцы, и сверла, и фрезы. Беда в том, что у нас очень плохо с инструментальной промышленностью, мы почти все закупаем. Насколько я знаю, где-то еще года три назад закупали примерно 93 процента оснастки к имеющимся станкам.

Уже получен патент с нашими белорусскими коллегами на использование этого материала при магнитно-абразивной обработке сверхтвердых материалов и изделий, например твэлов с циркониевой оболочкой, стержней для реакторов атомных электростанций. Гораздо эффективнее и чище получается обработка, гораздо быстрее.

Есть и ряд других применений. В электронике, например. В НПО сверхтвердых материалов и полупроводников пробовали обрабатывать пластины из кремния. Очень быстро полируется и очень высокое качество поверхности. Еще перспективно для изготовления оптических элементов.

Я работал в тех районах 14 сезонов. Мы нашли там древние россыпи, образовавшиеся где-то 350 миллионов лет назад, и обнаружили в верховьях реки Молодо признаки кимберлитовых трубок и хорошие проявления россыпных алмазов. Первый президент Республики Саха (Якутия) Михаил Ефимович Николаев организовал там алмазодобывающее предприятие ОАО «Нижне-Ленское». Потом оно стало «дочкой» «Алмазов Анабара». Насколько я знаю, за двадцать лет там было добыто алмазов примерно на пять миллиардов долларов. И 80 процентов этих денег шло на республиканские объекты. Отстраивался Якутск, строились медицинские центры, университет, там много чего.

– *Вернемся к теме редкоземельных металлов, поскольку сейчас это одна из самых обсуждаемых тем. Каково у нас состояние промышленности разведки, разработки, добычи?*

– К сожалению, все о них говорят, но у нас нет потребления. Можно начать выработку, а куда девать? Продать на внешний рынок? Китайцы нас не пустят, потому что они очень цепко держат этот рынок. Они контролируют более 80 процентов мирового рынка редкоземельных металлов. И очень грамотно и умно поступили в свое время, когда начали очень дешево их продавать. У них тогда месторождение начало работать в Баюнь-Обо, и они начали в других регионах земли скупать, себе брать эти месторождения и по низкой цене продавать металлы.

– *Демпинговали?*

– Да, демпинговали. И разорили всех своих конкурентов. А потом этот китайский реверанс: когда у них уже не было конкурентов, подняли цены. Поэтому китайцы, если мы полезем туда, нас не пустят. Но это сейчас. А вот к 2040 году потребление редких земель в связи с развитием новых технологий: «зеленая» энергетика, электромобили и все такое – их потребление вырастет в семь раз, и вот тогда, конечно, и у нас будет место на этом рынке. Хотя китайцы наверняка захотят каким-то образом взять под контроль такое «сладкое» месторождение.

– *Они уже замахиваются?*

– Я думаю, что они прекрасно все это знают и потихоньку будут подбираться к нему. А еще рядом, как я вам говорил, есть регион, где еще четыре неизученных массива, и там не только редкоземельные металлы, но и много чего еще.

Если мы начнем выпускать электромобили миллионами штук, то и у нас пойдет. Когда мы начнем делать маленькие ветровые электростанции, генераторы, новое поколение электродвигателей, новое поколение легких, но очень мощных генераторов.

Например, тот же неодим и празеодим, самарий очень скоро будут нужны нашим белорусским коллегам для производства БелАЗов. Эти огромные самосвалы, грузоподъемностью до 600 тонн, они переводят на аккумуляторы. Сейчас у них на этом огромном грузовике стоит дизель, генератор, и на каждом колесе по электродвигателю. Теперь дизеля, который задымляет карьеры, и генератора не будет, а будет аккумулятор и электродвигатель. Машина будет легче, экономичнее и экологически совсем другой.

Поскольку наши страны образуют союзное государство и мы поддерживаем друг друга, нужно учитывать, что Белоруссии тоже потребуется довольно много таких металлов.

Мое глубокое убеждение: для успешного развития нашей промышленности – станкостроительной, автомобильной, производства генераторов, двигателей и так далее – должны быть если не Госплан, то какое-то государственное регулирование. Например, если в 2030 году мы собираемся запустить вместе с нашими белорусскими коллегами мощнейший завод по карьерной технике, нам потребуется вот такое-то количество редкоземельных металлов. Значит, надо подготовить технологии их переработки и их производство, чтобы выдать эти металлы нужной степени чистоты и в нужном количестве. Тогда в Томтор и Удзинское поднятие пойдут уже все. Это очень «сладкий» район, где будут новые месторождения, я уверен, и обычных алмазов, будут месторождения благородных металлов, новые месторождения редкоземельных металлов, там будет нужный нам марганец, те же импактные алмазы.

– *Соответствующую металлургию там же не построишь?*

– И не надо. Лучше всего было бы на росатомовском комбинате Красноярск-26. Там можно сразу отделять уран, торий и там же складировать.

– *Там и уран есть?*

– Сто граммов где-то на тонну. И он тоже пригодится. Переработают для целей «Росатома».

Тем более что сейчас создание промышленности редкоземельных металлов поручили «Росатому». У меня не так давно был разговор с Владимиром Николаевичем Верховцевым, генеральным директором «Атомредметзолота». Им это интересно. Но, опять же, эти предприятия «Росатома» на хозрасчете, и им надо иметь какие-то гарантии того, что эти металлы будут востребованы, им нужно планировать свои расходы, знать, к какому сроку им нужно решить ту или иную проблему. А для этого необходимо государственное регулирование. Чтобы им сказали: такой-то продукт в таком-то количестве к такому-то сроку выдай, и у тебя он будет взят, и маржа будет не меньше 20 процентов гарантированно, и чтобы были четко определены права, обязанности и степень ответственности добычных, перерабатывающих организаций и государства. А пока есть опасения.



– *А насколько Россия в целом изучена геологически?*

– Если говорить о Восточной Сибири, особенно о северных территориях, то относительно детально они изучены плохо, отдельными кусочками. Сейчас главная проблема геологического изучения, развития минерально-сырьевой базы связана с кадрами. Их фактически нет. Отрасль сильно деградировала за последние тридцать лет. К примеру, возьмем родную мне Якутию, там были в советские времена, в конце 80-х, три государственных организации: ПГО «Якутскгеология», «Якутскгеофизика» и «Ленанефтегазгеология». Самой большой была «Якутскгеология» – 30 с половиной тысяч человек в ней работало. А в целом было 44 тысячи сотрудников этих организаций. Сейчас осталась одна «Якутскгеология». Других уже нет, они обанкротились, активы, недвижимость распроданы. А в «Якутскгеологии» сейчас работает 650 человек, из них занимаются геологией, геологической работой человек 200.

А по всей России во всех геологических организациях, занимающихся проблемами, связанными с твердыми полезными ископаемыми, включая научные организации, в 2014 году, по-моему, было 87 тысяч, сейчас осталось 62 тысячи работающих сотрудников. И из этих 62 тысяч только 30 процентов реально работают в поле. Во всех геологических институтах Российской академии наук осталось всего три с половиной тысячи человек, из которых работать в экспедициях могут не более 30 процентов.

Все наши университеты выпускают в среднем полторы-две тысячи специалистов с геологической специальностью в год последние пять лет. Это очень мало. Причем из полтора-двух тысяч трудоустраивается по специальности только половина, и не потому, что спроса нет, они просто не хотят ехать туда, где есть потребность в геологах. Только 400–500 едут работать в Дальневосточный или в Сибирский округ, там, где это более или менее востребовано. И средний балл по ЕГЭ для поступления на эту специальность –61, а это довольно низкий уровень школьной подготовки абитуриентов. Причем наиболее талантливые абитуриенты в основном стремятся в центральные вузы в европейской части России.

**– Но это, условно говоря, прикладная геология. А собственно геологическая наука у нас в каком состоянии?**

– Академическая наука сохранилась гораздо лучше, чем прикладная. Потери, конечно, есть и в науке. Генеральный директор ЦНИГРИ Александр Иванович Черных посчитал, что потери в академической геологической науке в разы меньше, чем в прикладной. Например, у Федерального агентства по недропользованию была целая серия профильных институтов за Уралом. Сейчас их нет ни одного. А академические почти все сохранились, но уменьшились, сжались по количеству людей, по возможности вести геологические работы.

**– Если подвести итог, что нужно сделать, на ваш взгляд, для развития геологии?**

– Сначала нужно провести объективный анализ качества оставшихся запасов. Потому что есть запасы, которые качественно выглядят только бумаге, а есть запасы, которые экономически целесообразно использовать. Они, бывает, отличаются в разы. Дальше нужно оценить, это уже должны экономисты сделать, реальность развития тех или иных отраслей промышленности, например авиастроения, автомобилестроения, чтобы оценить сколько и чего нужно. А технологи должны определить, например, сколько нужно лития, чтобы производить определенное количество литий-ионных аккумуляторов: скажем, карбоната лития потребуется 10 тысяч тонн в год к тому времени, когда начнем масштабно производить аккумуляторы. Иначе нам придется их покупать. То есть нам надо знать сколько тех же редкоземельных металлов нужно, когда, какого качества и для каких целей. И дальше уже государственное регулирование развития этих взаимосвязанных производств.

Воссоздание стадийности геологоразведочных работ крайне необходимо, и на ранних стадиях геологического изучения слабо изученных территорий такими работами должны заниматься государственные организации с обязательным привлечением профильных академических институтов. Например, чего-то у нас совсем мало, не хватает, но где-то на нашей территории оно, возможно, есть. Значит, его надо искать и ставить полный цикл геологоразведочных работ на территориях с максимальными перспективами успеха.

Сохранились школы вокруг людей, которые имеют опыт проведения таких работ, у пока еще живых первооткрывателей есть опыт открытий таких месторождений. Такие люди должны оценить, какие специалисты там нужны. Их надо подготовить. Готовить надо с обязательным привлечением специалистов академических институтов, сохранившиеся школы которых знают, как это делать. Университеты последнее время шли на поводу у добывающих компаний и готовили специалистов в основном для эксплуатационной разведки. Они добуривали и изучали глубокие горизонты и фланги, наращивали запасы существующих объектов, поставленных на баланс уже давно, еще многие десятилетия назад.

ALTAPRESS.ru, 10.04.2023

Лев Кориунов

# «ГЕНЕРАТОР», «АККУМУЛЯТОР» И «СИНТЕЗАТОР». УНИКАЛЬНАЯ ЖИЗНЬ И РАБОТА АКАДЕМИКА ГЕННАДИЯ САКОВИЧА НА АЛТАЕ

*С Геннадием Викторовичем Саковичем судьба свела меня в лихие 90-е годы прошлого столетия. Есть в нем что-то такое, что притягивает – с ним ты чувствуешь себя сильнее и уверенней. Наши беседы всегда были связаны с производством, волнениями за судьбы предприятий и коллективов, висящих порой на «волоске». Первый долгий, мужской разговор, как говорится, «за жизнь» состоялся в начале 1995-го года, когда я был губернатором – главой администрации Алтайского края...*

13 апреля Геннадий Викторович Сакович отмечает 92-й день рождения и продолжает научный поиск высокоэнергетических материалов на стыке химической и ядерной энергии



## РАЗВАЛ «ОБОРОНКИ»

Нашему разговору предшествовало следующее. На предприятиях оборонного комплекса Алтайского края, в том числе и в Бийске, положение на заводах ВПК ухудшилась настолько, что вопросы выживания, сохранения предприятий и их многотысячных коллективов стали острейшими. Причин было множество.

Начатая еще в СССР, бездарно проведенная и проваленная на предприятиях ВПК «конверсия» привела к сокращению объема оборонной продукции, а предполагаемого замещения ее товарами «ширпотреба» так и не произошло. Это и множество других действий государства поставило предприятия ВПК перед фактом полной остановки.

Как результат – парализация и остановка предприятий ВПК, сокращение работников, распродажа за бесценок военного потенциала страны. Руководители регионов и предприятий столкнулись со сложнейшими проблемами – сохранения производства, поиска финансов, в первую очередь – для выдачи зарплаты. И вся эта лавина, порождая один вопрос за другим, набирая скорость, накатывалась, как снежный ком.

## ДОСЬЕ

Геннадий Викторович Сакович – ученый с мировым именем, действительный член Российской академии наук. Награжден многочисленными высокими государственными наградами: званием Героя Социалистического труда, двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, является лауреатом Госпремии СССР, Ленинской премии, Госпремии РФ, премии имени Петра Великого, награжден и другими орденами и медалями.

Один из основоположников советской ракетной техники на смесевых твердых топливах.

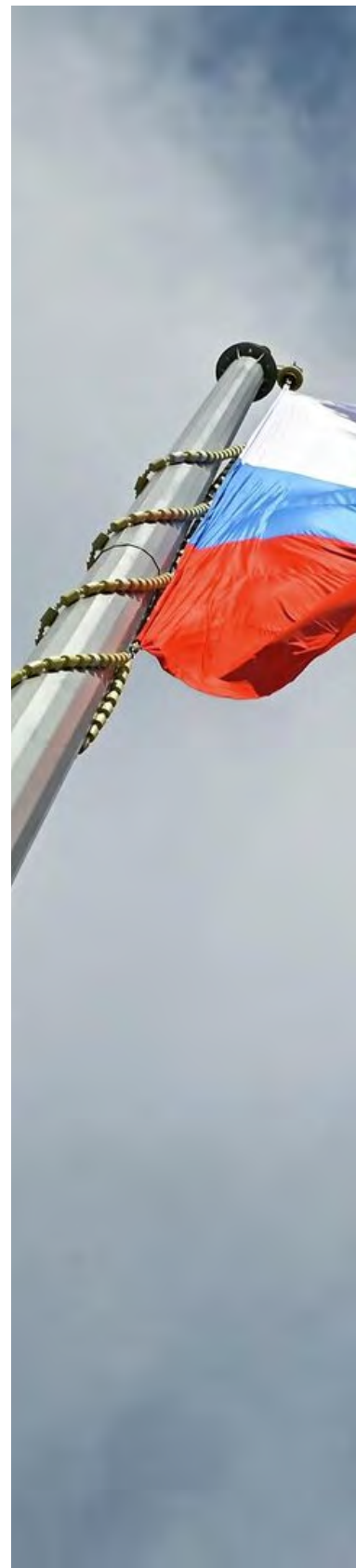
В 1984–1997 годах был генеральным директором ФНПЦ «Алтай» – государственного предприятия оборонной промышленности в Бийске, в 2001–2006 годах возглавлял основанный им Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН.

Он один из тех, кто обеспечил надежную безопасность, независимость и авторитет нашей страны на международной арене.

## ВЫСОКИЙ АВТОРИТЕТ

Для понимания происходящего Геннадий Викторович предложил мне встретиться с работниками своего предприятия. Встречи с трудовыми коллективами для меня были ежедневной работой. В 1990-х митинги были привычным пейзажем политического ландшафта. Пройдя через их горнила, я убеждался: нет там любви к ближнему, есть лишь стремление к власти да собственные интересы.

Зал был забит полностью. Основная масса пришедших состояла из инженерно-технических работников, проектировщиков, ученых. Разговор получился жесткий, эмоции перехлестывали. Для работников это была возможность хотя бы частично выговориться, снять раздражение, понять, где правда, а где слухи, домыслы, а порой и клевета.





«Убаюкать» коллектив в такой ситуации невозможно. Важно другое: он должен быть уверен, что не брошен, видеть и понимать, что идет борьба за его сохранение и выживание. Эта вера всегда зиждется на отношении людей к своему руководителю. Отчетливо было видно, что в этой взрывной обстановке, когда никому нет веры, авторитет Саковича был необычайно высок.

Присутствующие мгновенно реагировали на поведение своего лидера, на фразы и даже интонацию. Они понимали, что он попусту собирать людей не будет. Для меня было ясно: присутствие Геннадия Викторовича сдерживало участников от бессмысленных обвинений друг друга и придавало надежду, что выход обязательно найдется.

После встречи с коллективом, мы решили, что надо пригласить на предприятие Игоря Дмитриевича Сергеева, генерала армии, главнокомандующего ракетными войсками стратегического назначения ВС России, в дальнейшем – министра обороны.

В день его прилета мы встретились с Саковичем в гостинице на берегу Бии, присели в комнате, и у нас состоялся тот самый разговор по душам.

## ПОВЕРНУТЬ ВСЮ СТРАНУ

Мы говорили о том, что болело и что тревожило нас. В частности, о приватизации и о том, как она сказывается на ВПК. Можно ли было ее провести по иному, «по справедливости»? И вообще, может ли быть приватизация справедливой? Или это процесс, который необходимо ежеминутно, очень грамотно контролировать?

Говорили о многопартийности и появлении новых политических партий, которые в те годы «размножались», как комары, и жаждали крови. Они клялись в любви к народу, сочувствовали его тяжелой судьбе, костерили власть, заверяя всех, что после победы на выборах они превратят жизнь народа в сказку.

Многие из новых политических лидеров плохо разбирались в происходящих событиях, не осознавали всей глубины экономического и общественно-социального кризиса и наивно верили, что если доберутся до «руля власти», то резким поворотом снимут все проблемы и облегчат тяготы населения.

Они не понимали одного: в 1990-х годах в одном отдельно взятом регионе одним поворотом руля ничего не решишь, крутить пришлось бы несколько лет, да еще в правильном направлении, а поворачивать необходимо было всю страну.

## ПО ТРЕМ РЕПЕРНЫМ ТОЧКАМ

Естественно, мы с Геннадием Викторовичем вновь и вновь возвращались к одной теме: как в этих политических, экономических, социальных условиях сохранить и укрепить ВПК. Затронули вопросы отношения к армии, ее содержанию, снабжению, дальнейшему укреплению и развитию в условиях, когда государственные рычаги управления оказались неэффективными, а рыночные практически не работали.

Хорошо помню, как меня поразила особенность доказательной базы и логики Геннадия Викторовича. У него была концентрированная способность мышления рассматривать любое явление, событие в динамике и взаимодействии с другими процессами.

Думаю, что ученые с мировыми именами (а Сакович один из них), работающие с веществами, способными в ничтожно малом объеме в доли секунды разнести весь белый свет, оставив тьму глухую, обладают какой-то особой способностью мыслить и предвидеть не только результаты работы, ее последствия на этом свете, но и, при необходимости, заглянуть и по ту сторону света.

Глобализм – это слово не сегодняшнего времени, но сейчас оно звучит из уст политиков и экономистов. В 1990-х было крайне мало ученых, тем более руководителей (а про политиков и говорить не хочу), способных мгновенно, как говорится, по трем реперным точкам, нарисовать объемную картину предполагаемых результатов и событий, прорисовав детали, как ближайшей, так и долгосрочной перспективы не только в нашей стране, но и за пределами.

Интуиция Саковича, помноженная на аналитику выдающегося ученого и опыт практика-управленца, по своему «переваривала» хаос и неразбериху происходящего, с какой-то поразительной точностью расставляя все это на полочках жизни. Делала события ясными, понятными, позволяя вести предприятие, как ледокол во льдах, к чистой воде.

А для меня тот разговор был, как глоток прохладной воды в пустыне, после которого ты понимаешь, впереди не засуха, не обрыв, а новая земля и продолжение жизни.

## НА КОМ ЗЕМЛЯ ДЕРЖИТСЯ

Геннадий Викторович – цельная, монолитная глыба, способная выдержать огромные статистические и динамические нагрузки. От его крепко скроенной фигуры, внешне несуетливой, кажущейся неторопливой, с первых же фраз веет огромной внутренней энергетикой.

Говорят, что у него непростой характер. Но у людей такого калибра он по определению не может быть простым. Такие, как Геннадий Викторович, поднимались вверх по служебной лестнице не на тройке лошадей, а пешком, с ледорубом в руках, где-то по скалам и ледникам, от одной вершины к другой. Сама жизнь их учила навыкам держать удар, не гнуться от ветра и наветов, умению постоять за дело. В лихую годину 1990–2000-х они сохранили ракетный щит и целостность России.

Не на китах и слонах держатся наша земля и производство, а на людях, и Геннадий Викторович Сакович – один из них.

## ИДЕИ, ОПЕРЕЖАЮЩИЕ ВРЕМЯ

В своих лекциях студентам, характеризуя управленцев высшего звена, я отмечал, что основа их успеха – умение в условиях тяжелейших кризисов создавать, продвигать и развивать производственные системы таким образом, чтобы выпускалась уникальная по своему качеству и назначению продукция, необходимая в различных отраслях народного хозяйства.

Одни из этих управленцев наиболее сильны в генерировании блестящих идей, которые становились хребтом решений и направлений. Другие обладают уникальной способностью аккумулировать сгенерированные идеи, то есть, дать толчок развитию производства. Третья группа, синтезируя все стадии производства, способна провести идею от зарождения до выпуска продукции.

Геннадий Викторович сочетал в себе все. В 1990-х он непосредственно руководил оборонным предприятием, блестяще отстаивая и защищая интересы не только самого предприятия, но и государства, сохранив и подняв на новый уровень обороноспособность страны.



Созданный им в Бийске в начале 2000-х институт в кратчайший срок зарекомендовал себя способным решать сложнейшие научно-технические задачи. Я не специалист в энергонасыщенных веществах и материалах, а вот темами целлюлозы и биотехнологии, занимается и наш технический университет. Но вот как один человек может охватить эти и еще десятки других тем, порождая идеи, опережающие время на десятки лет, понять не могу.

## УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ШКОЛА

Управленческой школе Саковича, присуще одно из важнейших, по крайней мере для меня, первостепенных и редких качеств руководителя. Идеи и разработки, которые по тем или иным причинам не использовались в основной деятельности предприятия, все же усилиями руководства развивались. Стимулировалось создание новых производств, а разработкам и предприятиям давали жизнь. Народившиеся предприятия, «заматерев», становились флагманами не только нашего региона.

Все это характеризует Геннадия Викторовича не только как мудрого стратега, но и прародителя ряда предприятий Бийска. Желание сохранить свое предприятие естественно, но создание новых и стремление дать людям работу – это совершенное другое. В 1990-е годы таких примеров были единицы.

На мой взгляд, это не просто зрелость руководителя, это качественно иной уровень развития – этап формирования общественного деятеля.

Когда в Бийске созрела идея создания наукограда (я тогда был депутатом Госдумы), именно Сакович позвонил мне и попросил принять участие в продвижении статуса. Тогда бийчане в моем кабинете Госдумы фактически организовали штаб по «узакониванию» наукограда.

## ПРИРОДНЫЙ АЛМАЗ

Одно из направлений деятельности Геннадия Владимировича – производство искусственных алмазов. Предприятие может изготавливать их тоннами. Помню свою дискуссию с ним. Я спросил: «А какой лучше – искусственный или природный?» Сакович, доказывая, что они оба хороши и нужны, в присущей ему манере сначала разложил меня на молекулы, затем расщепил на атомы, и я, понимая бесперспективность спора, постепенно замолчал.

Природе необходимы сотни и сотни лет чтобы «выкроить» свой алмаз, вложив в него всю мощь, красоту и силу. И никто и ничто с ним сравниться уже не может.

Так и в жизни человеческой: на ком-то природа отдыхает, а кому-то отдает все сполна. Геннадий Викторович – один из тех, кто этот дар получил, и его главной ценностью стало то, что все полученное, все до последней капельки, отдано людям и стране.



Подписано в печать 21.04.23  
Формат 60x88 1/8  
Гарнитура Arial, Times New Roman  
Усл.-п. л. 6,86. Уч.-изд. л. 4,2  
Тираж 90 экз.

Издатель – Российская академия наук

Мониторинг СМИ – НОУ РАН  
Верстка и печать – УНИД РАН  
Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН

Распространяется бесплатно

