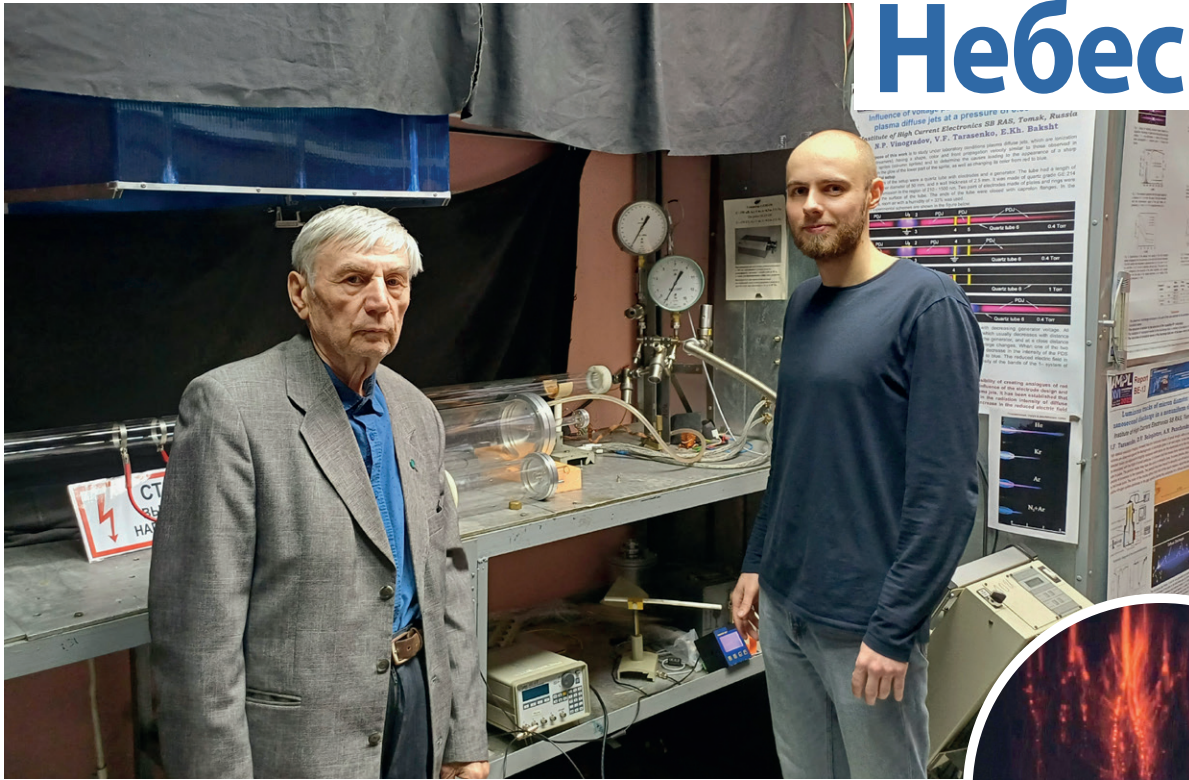


■ ЗАГАДКИ ПРИРОДЫ



Небесный фейерверк в лаборатории

Для регистрации пучка убегающих электронов на правом торце кварцевой трубки был установлен коллектор с субнаносекундным временным разрешением.

Полученные результаты важны для понимания природы стримерного пробоя в красных столбчатых спрайтах – процесса, при котором в верхних слоях атмосферы Земли возникают состоящие из нескольких струй разряды, распространяющиеся как вниз, к поверхности Земли (положительный стример), так и вверх (отрицательный стример).

— После прохождения фронтом плазмы положительного стримера загорается яркая область, называемая «глоу», имеющая в верхней части высокое электрическое поле. Появляющиеся на этом этапе убегающие электроны влияют на формирование направленного вверх отрицательного стримера, – подчеркнул Виктор Федотович.

В ходе реализации гранта ученые, прежде всего участники про-

екта старший научный сотрудник Е.Х. Бакшт и аспирант Н.П. Виноградов, исследовали всю совокупность параметров плазмы (спектры излучения, скорость распространения стримера и др.), необходимых для возникновения красных спрайтов. Полученные данные по распространению стримеров совпали с расчетами теоретиков А.В. Козырева и А.С. Коковина, участвующих в реализации гранта, а также с результатами атмосферных исследований. Сейчас в лаборатории продолжают работы по моделированию красных спрайтов, для этого используются разные варианты длины и диаметра кварцевых трубок. Кроме этого, ученые из ИСЭ СО РАН участвуют в гранте, реализуемом их коллегами из Полярного геофизического института в Мурманске; он направлен на изучение атмосферных явлений, в том числе северного сияния.

■ Ольга Булгакова

На фото г.н.с. лаборатории оптических излучений ИСЭ СО РАН Виктор Тарасенко и аспирант Никита Виноградов

Фото спрайта: Frankie Lucena (США)



В Институте сильноточной электроники СО РАН в смоделированных на лабораторной установке условиях для изучения свойств красных спрайтов зафиксировали пучок убегающих электронов, процесс генерации которых длится лишь миллиардную долю секунды. Результаты, опубликованные в журнале «Письма в журнал технической физики», важны для понимания процесса образования красных спрайтов в атмосфере, а также для обеспечения стабильной связи и безопасности высотных летательных аппаратов. Исследования выполняются при поддержке РНФ (проект № 24-29-00166).

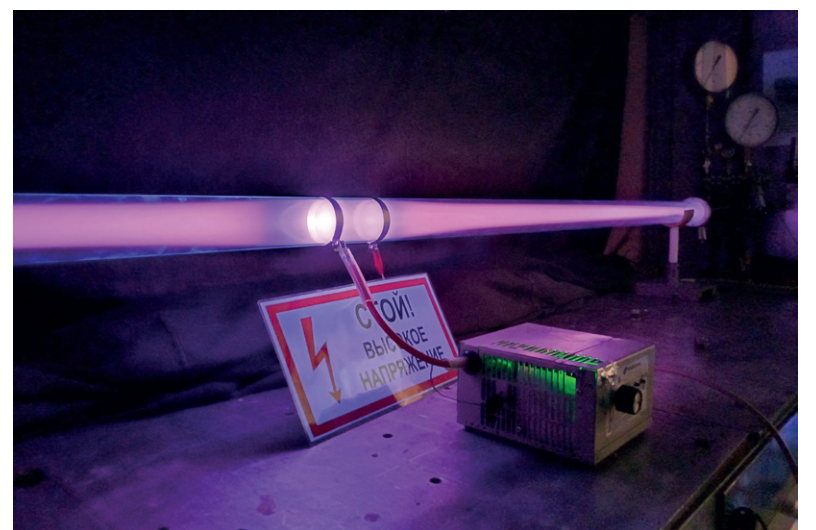
— Нашим научным коллективом накоплен значительный опыт исследования убегающих электронов, мы в 2003 году стали первыми, кто после работ ученых из Сарова экспериментально подтвердил их генерацию в воздухе атмосферного давления при электрическом разряде. Благодаря пониманию специфики условий их образования и достижениям в области разработки научного экспериментального оборудования стало возможным смоделировать в лабораторных условиях возникновение красных спрайтов и зафиксировать убегающие электроны. Это очень важно, так как их изучение в природе весьма затруднительно из-за больших высот, – рассказал руководитель проекта, главный научный сотруд-

ник лаборатории оптических излучений ИСЭ СО РАН профессор Виктор Тарасенко.

Следует пояснить, что убегающие электроны – это электроны, ускоряемые внешним электрическим полем, которые при движении в газе набирают энергию между столкновениями большую, чем теряют в столкновениях. Это происходит потому, что при энергиях электронов более единиц килоэлектронвольт потери их энергии при столкновениях с частицами газа монотонно убывают с увеличением скорости электронов. Соответственно, энергия электронов начинает быстро возрастать, и они разгоняются до больших энергий.

Чтобы «поймать» убегающие электроны в ходе эксперимента, исследователи создали специ-

альную установку, позволяющую генерировать пучки убегающих электронов из плазмы без применения металлических электродов. Таким образом, были максимально точно воспроизведены условия образования красных спрайтов, которые начинаются и заканчиваются в атмосфере, а значит, не имеют контакта с земной поверхностью. Установка состоит из генератора высокочастотных импульсов, формирующего в кварцевой трубке, заполненной воздухом низкого давления, плазму емкостного разряда. При этом электроды располагались на внешней поверхности трубки и не имели контакта с плазмой, от которой инициировались стримеры, образующие плазменные диффузные струи – аналоги красных столбчатых спрайтов.



Открытый разговор

СТР. 2



С помощью плазмы

СТР. 3



Портрет на фоне

СТР. 5

И вновь «Открытый разговор»



Первая в этом году встреча с общественностью Академгородка в формате «Открытый разговор» прошла в марте в Доме ученых Томского научного центра. В повестке, которую предстояло обсудить, стояло два вопроса: реализация инфраструктурных проектов развития территории и общественное обсуждение архитектурной концепции нового квартала комфортного проживания для ученых, победившей в конкурсе, организованном по заказу ТНЦ СО РАН.

Проекты развития

Первый вопрос по итогам очередного заседания Межведомственного координационного совета по развитию Академгородка, которое провел 11 февраля губернатор Томской области Владимир Владимирович Мазур, представил заместитель председателя совета Алексей Марков, директор Томского научного центра СО РАН.

— Что такое Межведомственный координационный совет? Это уникальный орган управления, которого нет ни в Новосибирске, ни в Иркутске, ни в Красноярске. Академгородком управлять непросто, потому что здесь есть земля федеральная, муниципальная и земля собственников многоквартирных домов. В состав совета входят двадцать членов, это и ученые, и представители общественности, и депутатский корпус, и власть. Возглавляет совет губернатор, и это позволяет принимать серьезные решения, — напомнил Алексей Борисович, начиная «Открытый разговор».

Он проинформировал собравшихся о комплексном проекте благоустройства, реализованном в 2024 году, когда в пустовавшем долгие годы помещении на первом этаже дома по улице 30-летия Победы, 5 был открыт новый современный супермаркет «Абрикос», а территория перед ним благоустроена. В прошлом году была отремонтирована крупная ветка внутриквартального освещения, ранее переданная на баланс муниципалитета, и путь до детских садов и школы в темное время суток вновь стал комфортным и безопасным. Мэрия произвела комплексный ремонт улицы Королева, включая тротуары, а администрация Советского района отремонтировала основную внутриквартальную проезжую часть в жилой зоне, а также подъезды к школе со стороны улицы Вавилова и к жилым домам с улицы Коро-

лева. В 2025 году в Академгородке будет завершён ремонт основной магистрали — проспекта Академического, а также отремонтирована улица Кольцевая. В 2026 году, когда дойдет очередь до улицы Вавилова, в Академгородке будут отремонтированы практически все дороги.

Капитальный ремонт поликлиники ТНЦ СО РАН в рамках нацпроекта «Продолжительная и активная жизнь» запланирован на 2029 год, но уже в текущем году в здании должны быть заменены окна и отремонтирована входная группа. Кедровая аллея по проспекту Академическому примет участие в конкурсном отборе федерального проекта «Формирование комфортной городской среды», проголосовать за ее благоустройство можно будет в 2026 году. На последнем заседании Межведомственного координационного совета было принято решение разработать «дорожную карту» комплексного проекта развития спортивных объектов на территории спорткомплекса «Кибальчиш», планируемого к передаче городу.

Отвечая на вопросы общественности Академгородка, руководство Томского научного центра СО РАН сообщило, что на освободившиеся площади магазина по улице 30-летия Победы, 7 активно ведется поиск новых арендаторов, а для реализации проекта благоустройства площади перед магазином «Спар», который на «Открытом разговоре» представляли в прошлом году, — поиск инвестора. К сожалению, ТНЦ СО РАН не может оборудовать освещение в лесопарках Академгородка, поскольку не получает на это финансирования от Минобрнауки России. Проблемы с благоустройством может решить передача этих участков муниципалитету, как это было сделано ранее с Кедровой аллеей на проспекте Академическом, и работа в этом направлении ведется.

Жилье для ученых

— Какие цели мы ставили перед собой, начиная проект комплексной застройки нового квартала комфортного проживания для ученых в Академгородке? Во-первых, конечно, улучшение жилищных условий для сотрудников как институтов Томского научного центра СО РАН, Томского национального исследовательского медицинско-

го центра РАН, так и всех университетов нашего города. Во-вторых, повышение конкурентоспособности академических институтов через закрепление на этой территории высококвалифицированных специалистов, — отметил, начиная вторую часть «Открытого разговора», Игорь Соколовский, замдиректора ТНЦ СО РАН по перспективному развитию.

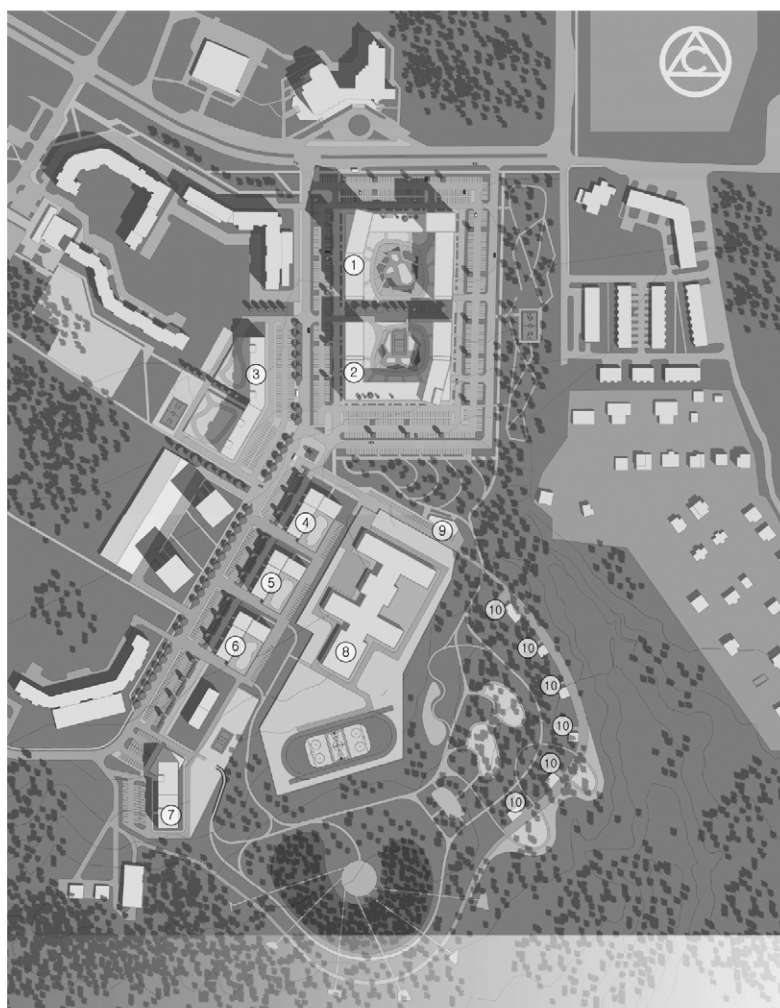
Архитектурную концепцию застройки, победившую в конкурсе, представил его организатор — Олег Слюсаренко, исполнительный директор Ассоциации участников строительного кластера Томской области «Архитектура и строительные технологии XXI века». Концепция предполагает, что в перспективе на земельном участке площадью свыше 10 гектаров напротив Конгресс-центра «Рубин» планируется возвести семь жилых домов с квартирами комфорт- и эконо-класса, предназначенных для сотрудников научно-образовательного комплекса города Томска. Здесь предусмотрены большие парковки, пешеходные зоны, детские площадки, на первых этажах расположатся магазины, кафе и другие объекты социальной инфраструктуры, необходимые для комфортной жизни. На дополнительно выделенном под проектирование муниципальном участке, примыкающем к зоне жилой застройки, должна появиться новая школа и благоустроенный экопарк для прогулок и отдыха. Как неоднократно звучало на прошедшей встрече, реализация проекта позволит целенаправленно обновить все инженерные сети в Академгородке.

— Весь город знает, что Академгородок — особая территория, и к ней нужно относиться внимательно. Поэтому сегодняшнее обсуждение, насколько я понимаю, это только первый этап. Мы обсуждаем не готовый проект, а его концепцию. Мне бы, например, хотелось, если бы я была на месте разработчика или заказчика, чтобы сейчас все риски и опасения мы озвучили, чтобы они были зафиксированы, и разработчик постарался ответить на эти возражения и в дальнейшем учесть их, — сказала депутат Законодательной думы Томской области Галина Немцева.

Участники «Открытого разговора» предлагали ограничить этажность застройки, уделить внимание зеленым зонам и детским площадкам, продлить аллею на проспекте Академическом до бывшего «Венского двора», установить ограничение скорости на будущем сквозном проезде от улицы Вавилова до проспекта Академического и т. д. Подводя итоги, А.Б. Марков выразил благодарность всем, кто пришел на встречу и высказал конкретные предложения.

Предложения по архитектурной концепции, представленной на «Открытом разговоре», можно сделать и сейчас, направив их по адресу электронной почты p.kaminskij@hq.tsc.ru.

■ **Петр Каминский**



ЭКСПЛИКАЦИЯ К СХЕМЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА:

- ① — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 6–11 эт. (общая площадь квартир — 25 210 м²)
- ② — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 7–9–12 эт. (общая площадь квартир — 18 350 м²)
- ③ — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 8 эт. (общая площадь квартир — 8 647 м²)
- ④ — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 8 эт. (общая площадь квартир — 4 680 м²)
- ⑤ — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 8 эт. (общая площадь квартир — 4 680 м²)
- ⑥ — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 8 эт. (общая площадь квартир — 4 680 м²)
- ⑦ — жилой дом со встроенными общественными помещениями и пристроенным гаражом 8 эт. (общая площадь квартир — 7 100 м²)
- ⑧ — школа на 1000 мест
- ⑨ — прокат
- ⑩ — общественные павильоны

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- ② — проектируемая застройка
- существующая застройка
- территория школы и ДДУ
- дворовые территории
- территория индивидуальной жилой застройки

Будь в курсе:
новости Томского научного центра СО РАН
доступны по QR-кодам



■ ИНТЕРВЬЮ

«Считаю себя томичом...»



Депутат Государственной думы Владимир Самокиш – давний друг Томского научного центра СО РАН, активный участник самых значимых для Академгородка событий. Его смело можно назвать амбассадором томской академической науки и нашего региона как исторически сложившегося центра просвещения за Уралом. О прошлом, настоящем и будущем Томска, развитии Академгородка: обо всем этом – читайте в интервью!

— **Владимир Игоревич, какое место в вашей жизни занимает Томск?**

— Очень большое, ведь я прожил в городе 50 лет. Хотя я сейчас и провожу много времени в Москве, но по-прежнему считаю себя томичом. Все боли, беды, проблемы и удачи нашего любимого города воспринимаю как свои собственные.

— **Если бы человек, который никогда не был в нашем городе, захотел узнать о нем, что бы вы в первую очередь рассказали?**

— Лучше всего знакомить с историей через пешеходную экскурсию. Поэтому я бы спустился с Воскресенской горы, откуда начинался Томск, и провел гостя до университетов, которые и являются нашей главной достопримечательностью. Конечно, я бы отметил, что история нашего города уже насчитывает более четырех веков, это один из российских форпостов науки и образования.

— **Знание истории и понимание происходящих в ней процессов служат фундаментом для создания настоящего и будущего. При всей вашей занятости вы находите время на ведение краеведческого проекта: в своем телеграм-канале в формате популярных видео вы рассказываете о людях, внесших свой**

вклад в развитие Томской области. Как родилась эта идея, какие лично-сти вас особенно поразили?

— Общась с молодежью, а порой и со взрослыми томичами, нередко сталкиваешься с тем, что они не знают истории, фамилий каких-то значимых персон. Кстати, и мы сами, готовя эти ролики, открыли для себя очень много нового! Идея проекта заключается в том, что, по большому счету, Томск создан пестрой массой людей из разных регионов, которые отдавали ему самое дорогое, обогащая город своими знаниями и достижениями. Это и университетские профессора, и сибирские купцы, и герои Великой Отечественной войны, и современные ученые, и учителя, и работники культуры, и работники производств.

Создавая короткий ролик, мы хотим, чтобы это вдохновило томичей, в том числе приехавших сюда учиться студентов, узнать больше о богатой событиями истории региона, прочитать или посмотреть о каком-либо человеке, в честь которого названа та или иная улица. С томской землей связано много знаковых имен: это и руководитель Бакчарского опорного пункта северного садоводства Василий Иванович Гвоздев, уроженец села Александровское Герой Советского Союза Алексей Федорович Лебедев, созда-

тель томской академической науки, основатель Института оптики атмосферы (откуда вышли потом и другие томские академические институты) академик Владимир Евсеевич Зуев.

— **Одна из тем, которая возникает в роликах, это приобщение к новым знаниям, ценности образования и новых технологий. Как, по вашему мнению, образование и наука повлияли на формирование Томска?**

«Благодаря содействию В.И. Самокиша успешно решаются сложные организационные вопросы, связанные в том числе с преодолением президентского моратория на распоряжение имуществом научных организаций. На одном из земельных участков, переданных ТНЦ СО РАН муниципалитету в интересах развития Академлицы, летом 2023 года был построен современный пришкольный стадион.

— На 99 процентов повлияли, по большому счету. Сначала город был важным торговым узлом, а потом стал значимым научно-образовательным центром. Томск исторически – это город-кампус, образовательный центр, где каждый пятый его житель – студент и преподаватель. Без университетов привычного нам Томска не было бы, это был бы какой-то совершенно иной город. А сегодня судьба города, его менталитет определяются именно традициями в сфере образования и науки.

— **Академгородок – в фокусе вашего постоянного внимания, а какова сейчас роль академической науки? Ведь как раз в 2025 году наш регион отмечает 100-летие со дня рождения выдающегося ученого и организатора науки, основателя Томского академгородка – академика Владимира Евсеевича Зуева.**

— Академическая наука играет лидирующую роль, ведь качественное образование развивается только в том случае, когда оно соприкасается с сильными научными школами. Поэтому деятельность различных научно-исследовательских институтов, кооперация с ними укрепляют образовательную составляющую. Очень важно, чтобы никогда не рвалась эта живая связь между студентами и учеными. Кампус, который планируется, во многом эти вопросы и должен решить.

Не теряет своей актуальности и Академгородок – как особая территория, при создании и строительстве которого использовался опыт Новосибирского академгородка и принципы академика Михаила Алексеевича Лаврентьева, доказавшего, что физическое нахождение на малой площади большого количества научных умов приводит к нелинейному вырастанию эффективности научного поиска. Томский академгородок служит позитивным примером: только находясь в одной среде, живя рядом, занимаясь спортом, общась, можно выстроить эффективную коммуникацию, из которой рождаются передовые идеи и про-

рывные междисциплинарные проекты, за которыми будущее науки.

— **Конечно, каждого томича волнует будущее нашего региона, чтобы он и дальше оставался значимым научно-образовательным центром, чтобы сюда съезжалась учиться молодежь из разных российских регионов и других стран, а потом оставалась здесь. Что же необходимо для этого?**

— Конечно же, базовые условия, и они весьма прозаичны. Человек оста-

нется здесь жить после получения образования в том случае, если поймет, что здесь хорошо с доходами, городской средой, здравоохранением, образованием для детей, учреждениями культуры, возможностями проведения досуга. Фронт работы для муниципальной и областной властей в этой части понятен, но многое упирается в ресурсы.

Не менее важен другой вопрос: что делать для того, чтобы Томск по-прежнему выбирали абитуриенты? Ведь сейчас наш город готовит кадры для других регионов, дипломы наших вузов востребованы, потому что качество томского образования признается и ценится на всероссийском уровне. Важно, чтобы и дальше учиться в нашем городе было комфортно: здесь сложилась культура жителей, понимающих, что Томск – это студенческий город, сильные научные школы с опытными педагогами, компактность городской среды (например, учась в Новосибирске, придется преодолевать большие расстояния). Необходимо, чтобы и дальше Томск продолжал поддерживать высокое качество образования и удобство городской среды для студента.

Необходима кооперация Томска с другими научно-образовательными центрами. Строительство Сибирского кольцевого источника фотонов (СКИФ) открывает качественно новые перспективы для научных исследований и решения важных производственных задач: жить и работать можно в Томске, взаимодействуя отсюда с разными организациями.

— **Если бы можно было повернуть время вспять и вновь стать выпускником школы или студентом, какой совет вы дали бы себе самому с учетом полученного за эти годы жизненного и профессионального опыта?**

— Я получил экономическое образование, и сделанным выбором я доволен. В ту пору, когда необходимо выбирать будущую специальность, молодой человек находится под большим давлением – это и предпочтения родителей, и сложившиеся в обществе представления о престиже тех или иных профессий. Очень сложно не поддаться каким-то устоявшимся стереотипам, а отстоять свое. Но выбирать следует, опираясь на свои чувства и предпочтения, важно любить то, чем занимаешься. Вот такой совет я дал бы молодым людям, в том числе и себе много лет назад.

■ **Беседовала Ольга Булгакова**

Фото Никиты Гольцова

■ ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ

С помощью плазмы

Аспирант лаборатории физико-химических методов исследований Института химии нефти СО РАН Михаил Ковтунов предложил простой и доступный способ получения этилена и ацетилена из метана под воздействием низкотемпературной плазмы. Добавление в химическую реакцию гидроксида натрия позволило увеличить выход этих ценных продуктов примерно на 10 %.

— Между двумя электродами – небольшими металлическими пластинами, расположенными друг напротив друга, мы пропускаем метан, на который воздействуем низкотемпературным разрядом. При достижении определенного уровня напряжения резко возрастает проводимость газовой среды. При протекании электри-

ческого тока электроны, высвобождающиеся из молекул метана, ударяют по другим молекулам, вызывая их распад. Образуются высокореакционно-способные радикалы, формирующие различные продукты, – рассказывает молодой исследователь.

Чтобы направить реакцию по нужному пути и добиться максимально-го выхода этилена и ацетилена, необ-

ходимо исключить их взаимодействие с образовавшимся водородом (в этом случае образуется этан). Одним из распространенных, но достаточно дорогих способов является применение гетерогенных катализаторов. Михаил Андреевич предложил более доступную альтернативу.

Введение в реакцию в качестве активного вещества гидроксида натрия, который в мягких условиях хорошо взаимодействует с водородом и легко усваивает его, позволило увеличить выход этилена на 8 %, а ацетилена – на 10 %. Оба этих газа являются важнейшим химическим сырьем: этилен широко применяется для получения полиэтилена, а ацетилен востребован

при производстве многих наименований синтетических продуктов.

Кроме этого, ученый показал возможность получения водородосодержащих газовых смесей путем добавления в реакцию азота. В настоящее время продолжаются эксперименты с серой, экологичная утилизация которой является одним из актуальных вопросов «зеленой химии», цель ученого – получение ацетил- и диэтилсульфидов.

Михаил Ковтунов считает плазмохимические технологии перспективными, так как с их помощью достаточно просто получать целый спектр дорогих востребованных веществ. Мечта молодого ученого – довести одну из таких технологий от идеи до промышленного внедрения.

■ **Вера Жданова**

«Исследование выполняется при поддержке внутреннего институтского гранта. Конкурс «Проведение фундаментальных научных исследований инициативных проектов ИХН СО РАН» стартовал в 2023 году. Его фонд составляет 300 тысяч рублей. Эту сумму получает либо один победитель, либо средства поровну делятся между двумя выигравшими исследователями.

■ СДЕЛАНО В ТНЦ СО РАН

Сплавы с РЗЭ

Междисциплинарный коллектив исследователей из Томского научного центра СО РАН предложил эффективный способ микролегирования пористых интерметаллидных горелок, получаемых методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Сначала ученые создали покрытие из диспрозия или иттрия на поверхности металлических порошков, небольшая добавка которых позволяет равномерно распределять микроконцентрацию редкоземельных элементов по всему объему получаемых пористых изделий. Благодаря новому подходу стойкость микролегированных сплавов к высокотемпературному окислению повысилась до 5 раз. Полученные результаты представлены в высокорейтинговых журналах *Vacuum* и *International Journal of Alloys and compounds*.

— Сейчас по всему миру активно ведутся разработки пористых интерметаллидных сплавов, способных работать в окислительных средах и выдерживать без разрушения высокие температуры (свыше 1 000 °С). Такие материалы необходимы для создания передовых энергоустановок и аппаратов химической технологии. Известно, что даже небольшая добавка на уровне 0,05 атомных процентов редкоземельных элементов (РЗЭ), таких как диспрозий, иттрий или гадолиний, значительно повышает стойкость сплавов к окислению, а значит, и срок их службы при высоких температурах, — говорит младший научный сотрудник лаборатории технологического горения Никита Пичугин.

Как отмечают в ТНЦ СО РАН, подобные пористые изделия изготавливаются в основном с помощью порошковых технологий, однако в России порошки металлов с микроконцентрациями РЗЭ практически недоступны. Поэтому задачей ученых было разработать оборудование и технологию для нанесения РЗЭ на поверхность порошков, а также продемонстрировать возможность их применения для создания пористых изделий с улучшенными свойствами.

Сотрудники лаборатории перспективных технологий предложили специальное оборудование для модификации доступных коммерческих порошков. Обработка проводилась в камере электронно-пучковой установки: методом магнетронного распыления на по-



верхность частиц порошка напыляется тонкий слой редкоземельного элемента, а потом под воздействием электронного пучка происходит сплавление покрытия с материалом частицы. Таким образом получается порошковый мастер-сплав с частицами типа «ядро-оболочка». «Ядра» в нем составляют порошки алюминия и хрома, а нанесенные «оболочки» — диспрозий и иттрий.

Полученные мастер-сплавы были использованы для получения пористых интерметаллидов мето-

дом СВС. Этот процесс можно сравнить с горением большой бенгальской свечи: смесь порошков никеля, алюминия и мастер-сплава способна медленно гореть при температурах свыше 1 500–1 600 °С с образованием пористых структур. Ученые изучили, как правильно использовать новые мастер-сплавы, чтобы микроконцентрация РЗЭ равномерно распределилась по всему объему материала. Испытания показали, что высокотемпературная окислительная стойкость микролегиро-

ванных пористых материалов в 2–5 раз выше, чем у обычных интерметаллидов. Их применение при изготовлении горелок, в том числе инфракрасных, многократно продлит срок эксплуатации этих изделий при высоких температурах.

■ Соб. инф.

Фото Ивана Зуйкова

■ ГОЛУБАЯ ПЛАНЕТА

Грозы над Западной Сибирью

Ученые из Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН и Томского государственного университета установили причины возникновения мезомасштабных конвективных систем — организованных скоплений грозовых облаков площадью от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч квадратных километров, которые часто приводят к опасным природным явлениям — молниевой активности, шквалистому ветру, крупному граду и даже смерчам.

— Изучать подобные явления стало возможным благодаря развитию космонавтики. Только с появлением метеорологических спутников стало понятно, что между локальными грозовыми облаками (отдельными грозовыми ячейками) и огромными грозовыми фронтами есть еще одно недостающее звено — мезомасштабные конвективные системы, — рассказывает доктор физико-математических наук Петр Нагорский, главный научный сотрудник лаборатории физики климатических систем ИМКЭС СО РАН.

Одним из российских регионов, где они наиболее активны, оказалась Западная Сибирь. Значительная пло-

щадь мезомасштабных конвективных систем вызывает грозы и ливневые дожди длительностью от 8 часов до суток, в течение этого времени значительно возрастает количество опасных атмосферных электрических явлений (регистрируется от 900 до 2 400 молний по всей территории прохождения системы), велико само количество выпавших в течение одного дня осадков (сопоставимое со среднемесячной нормой), а сам грозовой очаг может проходить расстояния от 500 до 1 000 километров.

Исследователям удалось установить причины и механизмы формирования мезомасштабных конвективных систем. Как оказалось, их «колыбель» — система хорошо прогреваемых мелководных озер и болот в Северном Казахстане и Южной Сибири, которые выполняют функцию паровой машины. Как объяснил Петр Михайлович, влага от них, поднимаясь вверх в виде пара, конденсируется и выделяет огромное количество энергии, которая разогревает атмосферу, что и приводит к быстрому формированию больших организованных скоплений грозовых облаков. Они, в свою очередь, с севера Казахстана и юга Сибири движутся на северо-восток (движению в ином направлении препятствуют горные системы Алтая и Саян). Следует отметить, что заболоченность Западной Сибири дополнительно способствует тому, что мезомасштабные конвективные системы живут долго, до суток и более.



Ученые рассказали и о том, что мезомасштабные конвективные системы оказывают большое влияние на глобальную электрическую цепь и обменные процессы, происходящие между атмосферой и стратосферой:

— Наряду с круговоротом воды в природе существует и круговорот электрических зарядов. В силу того, что мезомасштабные конвективные системы характеризуются очень высокой электрической активностью, они являются одним из механизмов подзарядки глобальной электрической цепи, а сам перенос электрических зарядов осуществляется по вертикали — от земной коры в ионосферу, — гово-

рит кандидат физико-математических наук Константин Пустовалов, ведущий научный сотрудник лаборатории физики климатических систем, доцент кафедры метеорологии и климатологии ТГУ.

Если обычные кучево-дождевые (грозовые) облака в умеренных широтах развиваются в пределах всей тропосферы до высоты 10 километров, т. е. до тропопаузы — переходного слоя в атмосфере между тропосферой и стратосферой, где температура прекращает понижаться с высотой, то вершины мезомасштабных конвективных систем могут достигать больших высот (до 12 километров и более),

приподнимая тропопаузу вверх. В некоторых случаях вершины мезомасштабных конвективных систем даже могут «пробить» тропопаузу и оказаться на следующем «этаже» атмосферы — в стратосфере. Все это может влиять не только на процессы обмена водяным паром, аэрозольными частицами, малыми газовыми составляющими, но и на формирование перламутровых облаков, возникающих на высотах 20–30 километров в стратосфере.

■ Галина Скатурина

ПОРТРЕТ НА ФОНЕ

Всё дело в физике процессов и правильных уравнениях



Юрий Хон, заведующий лабораторией физики нелинейных сред, работает в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН с момента его основания. На основе созданного Юрием Андреевичем подхода к решению проблемы деформации твердых тел удалось понять механизмы образования многомасштабных пространственно-временных структур и описать динамику процессов, протекающих в твердом теле во время его деформации. Именно построенные модели и полученные уравнения стали ключом к пониманию природы различных физических явлений, протекающих в материалах в процессе их эксплуатации.

Из чего состоит твердое тело?

— Во-первых, твердое тело при деформации является нелинейной открытой системой с непрерывно меняющимся состоянием, а во-вторых, все процессы протекают в нем на многих пространственно-временных масштабах, начиная с атомных, обеспечивая тем самым многоуровневость деформации твердых тел. Это базовое направление нашего института, — начинает нашу беседу Юрий Хон с объяснения проблем физики пластической деформации и разрушения твердых тел под действием внешних сил.

Как считает ученый, главная задача физической науки — объяснять, почему и как все происходит, а главный критерий такого объяснения — простота моделей и доступность понимания. Но как сложное описать просто? Задача не из легких! Почти такая же, как открыть японскую шкатулку с секретом под названием химитсубако. Чтобы это сделать, нужно понять механизм ее устройства.

«Ребята, из чего состоит твердое тело?» — спросил он когда-то аудиторию на одном из институтских семинаров. Подавляющее большинство присутствующих дало от-

вет: из атомов. Так учили! На том представлении, что в твердом теле все определяется динамикой атомов, основаны многие теории пластической деформации и разрушения твердых тел. Как следствие, механизмы многих явлений до сих пор остаются не до конца понятыми. Среди них хладноломкость (разрушение при низких температурах даже при слабых ударах), усталость (накопление повреждений при циклических нагрузках), ползучесть (изменение формы под действием постоянной нагрузки), образование трещин и т. д. Исходные уравнения здесь — это уравнения Ньютона для атомов и уравнения механики сплошной среды.

Из ядер и электронов

На самом деле все конденсированные среды состоят из ядер и электронов. Электронная наука для твердого тела к настоящему времени достигла потрясающих успехов. Но... только для стационарного состояния. Когда на твердое тело действует какая-то внешняя сила, то это уже открытая система ядер и электронов. Уравнения, описывающие такую систему, были получены вскоре после создания квантовой

механики. Это система уравнений для ядер и электронов, получаемая в адиабатическом приближении из нестационарного уравнения Шредингера. Решить численно эти уравнения невозможно, остается только долго на них смотреть, пытаться понять, о чем они говорят, и уговорить открыть свои тайны. К счастью, уговорить удалось!

Ученым стало понятно, как эти уравнения на атомных масштабах описывают все процессы, протекающие в твердых телах. Это изменение распределения атомов в твердых телах при фазовых превращениях, механизмы ускоренного массопереноса, механизмы зарождения носителей пластической деформации и разрушения и пр. Важна скорость внешнего воздействия. Таких элементарных процессов и образующихся конфигураций атомов может быть бесчисленное множество.

Возникает второй вопрос: почему и как возникают пространственно-временные структуры на больших масштабах? Примеры таких структур: дефекты, их ансамбли, трещины, полосы деформации (бегущие, неподвижные) с шириной порядка одного сантиметра (обнаружены впервые в лаборатории физики прочности ИФПМ СО РАН).

Ключом к нахождению ответа стало понимание того, что в нелинейных системах определяющую роль играет возбуждение неустойчивых мод и их амплитуд. В физике, следуя Л. Ландау, эти амплитуды называют параметрами порядка. Таких неустойчивых мод немного. Как их выделить — это вопрос физики явлений и, отчасти, везения. Динамика амплитуд неустойчивых мод определяется системой нелинейных уравнений параболического типа.

В результате из всего множества элементарных процессов на атомных масштабах «выживают» лишь те, которые «устраивают» коллективные процессы на больших масштабах. Оказывается, что система всего лишь двух нелинейных уравнений описывает все типы макроскопических пространственно-временных структур, наблюдаемых в деформируемых материалах экспериментально.

Пользуясь житейскими аналогиями

Еще со школы мы привыкли слышать термины «адаптация» и «эволюция» на уроках биологии, но, оказывается, они применяются и в физике нелинейных сред под другими формулировками. Электронная подсистема, перестроившись и потащив за собой атомы, как раз формирует условия, при которых становится возможным коллективное движение, — говорит ученый и приводит известную цитату из кинофильма «Джентльмены удачи»: «Ты туда не ходи, ты сюда ходи!»

Таким образом, внешняя сила «задает тон» организованному поведению атомов, а электронная подсистема и атомы реагируют на это. Такое поведение можно сравнить и с согласованной деятельностью какой-то группы людей или политической партии, подчиняющейся заданному курсу, с упорядоченным движением автомобилей по оживленной трассе. И каждый раз, отвечая на внешнее воздействие, электронная подсистема обеспечивает эффективные механизмы адаптации твердого тела к изменяющимся внешним воздействиям. Это и есть механизмы деформации и разрушения.

Понять физику процесса

— Каждый раз твердое тело при изменении внешних условий ищет пути формирования таких пространственно-временных структур, которые позволяют ему функционировать, сохраняя свою целостность (пластическая деформация). Если это невозможно по ряду причин, то образуется распределение атомов, характерное для свободной поверхности (это разрушение). А твердому телу приходится это делать постоянно, ведь состояние неравновесной и открытой системы при деформации постоянно меняется, — говорит физик-теоретик.

Мы уже не раз рассказывали на страницах «Академического проспекта» о том, что в науке постоянно взаимодействуют между собой и дополняют друг друга эксперимент и теория. Приведем один пример. Одной из важных задач, поставленных институту, было — преодолеть хладноломкость ванадиевых сплавов, используемых в атомной энергетике. В лаборатории материаловедения сплавов с памятью формы ИФПМ СО РАН эту проблему успешно решили путем введения в сплав частиц никелида титана. Естественно, что основой для решения проблемы явилась высокая квалификация сотрудников лаборатории, однако не менее важно объяснить это явление с точки зрения физики: как именно система эволюционировала и почему успешно адаптировалась к внешнему воздействию. Все оказалось просто, система с частицами никелида титана обрела дополнительный канал сброса упругой энергии, никелид титана деформируется мартенситным превращением при понижении температуры.

И таких явлений, механизмы которых определяются электронной подсистемой и решениями системы нелинейных уравнений, еще великое множество! Именно они позволяют открыть шкатулку с секретом — понять физику многих процессов, происходящих в природе, но еще слабо изученных.

— Наука всегда интересна. Иной раз ночью не спишь, крутишься, потому что в голове вертится какая-то новая мысль о том, как все происходит и какие уравнения это описывают. Долго ходишь потом с ней, обкапывая так и сяк. Иной раз кажется, что все правильно, а на самом деле — уравнения не те. Но иногда (к сожалению, редко!) удается получить что-то новое, продвинуться дальше в понимании протекающих процессов. Очень полезно изложить придуманное на семинаре с грамотными экспериментаторами (к счастью, такие еще есть!), прослушать вопросы, ответить на них. После этого, как говорится: сам понял, а они (аудитория) не поняли, — подвел итог нашей беседы Юрий Андреевич.

■ Ольга Булгакова

■ ХОББИ

Добро пожаловать в тайный мир!

Заместителя директора Института химии нефти СО РАН по научной работе Сергея Кудряшова многие знают как отличного горнолыжника, любителя горного велоспорта и обладателя большой коллекции кактусов. Но оказывается, что у него есть еще одно, очень красивое и редкое хобби: доктор химических наук увлекся лягушками-древолазами, создал для их проживания настоящий эдем – три прекрасных флорариума.

— Еще с детства мне нравились животные, был опыт содержания птиц, змей, пауков. Иметь лягушек-древолазов хотел еще класса с четвертого, когда получил в подарок книгу, в которой рассказывалось об особенностях содержания разных домашних питомцев, где и прочитал о них, – рассказывает Сергей Владимирович.



Детская мечта сбылась четыре года тому назад, когда в России сложился интерес к этому виду бесхвостых земноводных, и у нас стало возможно купить как самих лягушек, так и обеспечить все условия для их комфортного проживания. Итак, каждому, кто задумает обзавестись древолазами, в первую очередь необходимо приобрести флорариум. Своим видом он напоминает террариум или аквариум, только с той разницей, что в нем не будет песка или воды, внутрь него помещаются подходящие для этого вида растения. Они высаживаются в специальную почвосмесь для эпифитных растений, а требуемая влажность создается за счет периодического разбрызгивания воды из небольших оросительных установок, закрепленных сверху. Большую часть растений Сергей Кудряшов приобрел в местных сетевых магазинах товаров для дома и сада. Узнать о том, какие из

них подойдут, всегда можно на тематических форумах или в группах любителей лягушек-древолазов в социальных сетях.

После того как квартирка для новоселов, напоминающая райский уголок с сочной и яркой зеленью, готова, настает черед подумать и о жильцах. Сейчас у Сергея Владимировича есть несколько видов лягушек, которые поражают нарядным внешним видом. Самые крупные синие, похожие на героев фильма «Аватар» (*Dendrobates tinctorius "Azureus"*), черно-желтые (*Dendrobates leucomelas*), черно-зеленые (*Dendrobates auratus "Costa Rica"*).



В дикой природе они обитают в дождевых лесах Центральной и Южной Америки, в таких странах, как Боливия, Коста-Рика, Бразилия, Колумбия, Эквадор, Венесуэла и Перу. Пищу они употребляют живую – различных мушек.

— В мире древолазов найдется лягушка на любой вкус, настолько богата палитра тех сочетаний цветов, которых они бывают в природе. Подумываю о том, чтобы купить еще один новый вид – *Ranitomeya Benedicta Shucushuyacu*, очень красивый и эффектный внешне: с красной головой, пятнистым туловищем и конечностями, – говорит ученый.

Интересуюсь, насколько же сложно держать таких питомцев? Мой собеседник отвечает, что в среднем все хлопоты по уходу за ними занимают от силы пару часов в неделю, примерно дважды в месяц следует помыть сами флорариумы.



«Мы в ответе за тех, кого приручили», – гласит известная цитата из «Маленького принца» Антуана де Сент-Экзюпери. Каждому, кто заве-

ями, внутри каждой группы особей складывается своя иерархия. Кстати, кваканье лягушек-самцов чем-то напоминает птичьи трели, а самые голосистые – *Epidobates anthony*, которые, на первый взгляд, выглядят скромно и неказисто на фоне более ярких и нарядных видов. Еще мужские особи отличают и хорошие родительские качества. Они заботливо охраняют свое будущее потомство, а когда икринки превращаются в головастиков, то переносят их вниз флорариума, где есть немного воды.

Сколько положительных эмоций дарит наблюдением за древолазами! Это доставляет эстетическое удовольствие и снимает стресс, как если бы человек созерцал японский сад или наслаждался звучанием классической музыки. Как подчеркнул С.В. Кудряшов, важно, чтобы у человека было такое занятие, за которым он отдыхает душой.

■ Вера Жданова

АФИША

Дом ученых ждет гостей



ДОМ
УЧЁНЫХ
ТОМСКОГО
НАУЧНОГО
ЦЕНТРА

14 апреля в 14:00
Праздник-традиция «День космонавтики»: лекции ученых организаций Томского

научного центра, подведение итогов творческого конкурса «Космос как предчувствие», награждение победителей. Вход свободный. (6+)

21 апреля в 14:00
«Говорит и показывает ученый»: увлекательная лекция аспиранта ИОА СО РАН Сергея Мурашко в рамках научно-познавательного проекта Дома ученых. Вход свободный. (12+)

25 апреля в 19:30 «Гоголь-могиль»: шестая премьера

мюзикла «Маленького академического театрала» Дома ученых. Вход по билетам. (14+)

До 28 апреля продолжается выставка работ детского творчества «Космос как предчувствие. Белка и Стрелка шлют привет с орбиты». Вход свободный. (0+)

29 апреля в 18:00 Вернисаж юбилейной выставки живописи доктора биологических наук Ирины Гуреевой, зав.

гербарием ТГУ. Принимают участие звезды авторской песни. Вход свободный. (14+)

4 мая в 18:00
«Время объединяться!»: благотворительный творческий вечер лауреата Всероссийского конкурса патриотической песни им. И.Д. Кобзона Татьяны Матюхиной, супруги мобилизованного на СВО военнослужащего. Вход свободный. Пожертвования принимаются по QR-коду. (12+)

6 мая в 16:00
Праздничный концерт в честь 80-летия Победы, организованный Советом ветеранов Академгородка при поддержке Дома ученых и ТПО ПР РАН. Вход свободный. (6+)

7 мая в 18:00 «Когда поют солдаты, спокойно дети спят»: праздничный концерт в честь 80-летия Победы с участием военнослужащих СВО, членов их семей и волонтеров. Вход свободный. (6+)



Сбор пожертвований на нужды земляков – участников СВО

Наш адрес
пр. Академический, 5.
Справки по тел.
49-17-58, +7-913-110-33-21.

Библиотека «Академическая» приглашает!

13 апреля в 13:00
«Если очень захотеть, можно в космос полететь»: час творчества (0+)

13 апреля в 15:00
«Андрей Крячков – архитектор Сибири»: лекция экскурсовода Любови Рыбиной. (12+)

20 апреля в 12:00
«В поход к журчащим родникам»: семейная экскурсия. (6+)

20 апреля в 14:00 «Что в кулич положим мы?»: игровая программа. (0+)

20 апреля в 15:00
«Слабовольные, но не слабоумные»: литературно-музыкальная программа с участием Ольги Радионовой. (12+)

27 апреля в 15:00
«Музыка для души»: музыкальная программа

с участием вокальных ансамблей «Фиалка» и «Честь имею». (12+)

«Доктор занимательных наук» – познавательный час (при поддержке ТНЦ СО РАН) (6+):

10 апреля в 15:00
«Как человек покорил космос»

17 апреля в 15:00
«Да будет свет!»

24 апреля в 15:00
«Почему корабли плавают»

Работают выставки:
– «Творческий подвиг. Высокий пример»: книжная выставка к 100-летию академика В.Е. Зуева (6+)
– «В объективе смартфона»: выставка фотографий Елены Воронковой (6+)

– «Мозаика ассоциаций»: выставка работ Алины Чащиной (6+)

По средам с 19:00 до 21:00 заседает **клуб авторской песни «Находка»** (12+)
По воскресеньям с 10-30: **клуб вязания крючком «Всё в ажуре»** (12+)



Виртуальная библиотека в Telegram: t.me/acad_library_tomsk

В программе возможны изменения.
Наш адрес ул. Королева, 4.
Справки по тел. 49-22-11.

«АКАДЕМИЧЕСКИЙ ПРОСПЕКТ» 12+

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук.
Распространяется бесплатно. Тираж 1100 экз.
Адрес издателя — г. Томск, 634055, пр. Академический, 10/4.
Адрес редакции — г. Томск, 634055, пр. Академический, 10/4.
Тел. 8 (3822) 492-344.

Адрес типографии — ИП Загородный Е.А., Томская обл., г. Томск, 634009, ул. Нижне-Луговая, д. 12, стр. 7
Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ70-00339 выдано 20 июня 2014 года Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Томской области.

Время подписания в печать по графику — 16.00
фактическое — 16.00
Дата выхода в свет 9 апреля 2025 г.
9 апреля 2025 г.
10 апреля 2025 г.
Главный редактор: О.В. Булгакова
Ответственный секретарь: П.П. Каминский
Фото в номере: П.П. Каминский
Корректор: М.П. Урядова
Дизайн и верстка: Г.М. Рипп

ISSN 2500-0160



9 772500 016003