

Загадки бирюзовой глади

Группа томских исследователей под руководством Павла Бородавко, ведущего научного сотрудника лаборатории динамики и устойчивости экосистем ИМКЭС СО РАН, в кооперации с коллегами из Ховдского университета Монголии вот уже более 15 лет изучает ледники и озера Большого Алтая. Результаты, полученные учеными, объясняют, каким образом таяние ледников влияет на формирование новых озер, а также позволят определить объемы и динамику запасов пресной воды в Русском и Монгольском Алтае.

Во время выполнения ряда совместных проектов (в настоящее время реализуется трехгодичный российско-монгольский проект РФФИ) им удалось разработать несколько оригинальных методик, которые изменят наши привычные представления об особенностях современного оледенения Алтая, его высокогорных озерных систем, сделают возможным прогнозирование таких стихийных бедствий, как прорывы приледниковых водоемов.

Вслед за отступающими ледниками

Застать Павла Станиславовича в институте оказалось весьма непросто: он приехал в Томск всего на несколько дней и вновь отправился в экспедицию на Алтай, который стал местом притяжения для нескольких по-

TERRA INCOGNITA

колений ученых. Традиции исследования оледенения этого уникального региона были заложены известными томскими профессорами – Василием Сапожниковым, первооткрывателем алтайских ледников, и Михаилом Троновым, основоположником томской гляциологической школы.

Ледники как природные хранилища пресной воды являются продуктом климата и без понимания процессов его изменений невозможно объективно судить о современном состоянии оледенения и оценивать запасы пресной воды. Традиционно считается, что в результате таяния ледников пресная вода, таившаяся внутри них, уходит в Мировой океан. Согласно последним данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и Всемирной службы наблюдения за ледниками (WGMS), ежегодно таким образом исчезает 658 миллиардов тонн воды! Но именно Горный Алтай показывает, что у ледников есть и другой путь, который и смогли проследить ученые, начиная с малой ледниковой эпохи – с XVII века...

Ледники живут своей жизнью – двигаются, отступают и вновь наступают, могут совсем исчезнуть, создав удобное углубление в рельефе и превратившись в озеро. Павел Станиславович приводит впечатляющие цифры:

за последние полвека на Русском Алтае (одна из четырех природных зон Алтая) образовалось более 250 озер; в Монголии, в одном из засушливых районов – массиве Цамбагарав, – 12 пресных озер! Важно отметить, что все они обладают признаками, характерными для озер: замедленным водообменом и долгим сроком существования (значит, они не исчезнут через сезон, подобно миражу в пустыне).

Объектом внимания ученых стали и бессточные озера, образованные еще в древности. На цикл их жизни напрямую влияют климатические факторы, когда при холодном климате снижается объем испарений, тем самым повышается уровень водоема, и, наоборот, при жарком и засушливом климате испаряется больше влаги, и уровень воды падает. Яркий тому пример – одно из крупнейших озер Монголии Хиргис-нур (или Хяргас-Нуур), уровень которого упал на шесть метров. Можно только представить, какой это колоссальный объем воды, если длина озера более 70 километров, а ширина – более 20!

Детальное и разностороннее изучение озер и ледников – всей гидросистемы территории Большого Алтая – является тем самым фундаментом, который ляжет в основу целостного представления о состоянии одного из

самых ценных природных ресурсов планеты Земля – пресной воды.

Расправить лист бумаги

Наука и экономика любят язык цифр, они позволяют оценить ту или иную ситуацию объективно. Учеными из ИМКЭС СО РАН был создан уникальный алгоритм расчета площади ледников с учетом их топографии. Его применение сможет изменить известные сейчас цифры и совершенно по-новому взглянуть на оледенение планеты в целом. Павел Бородавко объясняет, в чем состоит сложность расчетов: рельеф ледника или какой-то иной участок суши можно сравнить с измятым листом бумаги, поверхность которого имеет различные сгибы. Для того чтобы посчитать площадь ледника, подобно листу, нужно «расправить»: сделать это можно путем совмещения алгоритма расчетов с 3D-моделями поверхности объектов. Интерес к новой методике уже проявила Служба наблюдения за ледниками. Следующим шагом станет возможность рассчитать объемы пресных запасов воды, которые содержатся в ледниках.

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 3



Хроника научной жизни:
EFRE-2020

СТР. 2



Как создать самозарядный
электромобиль?

СТР. 4



По следам Крузенштерна

СТР. 6

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

В новом формате

Завершил работу VII Международный конгресс «Потоки энергии и радиационные эффекты» (7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects – EFRE-2020). Пандемия коронавируса повлияла на сроки и формат проведения конгресса, который проходил на протяжении двух недель онлайн, но никак не отразилась на интересе к форуму со стороны научного сообщества: в его работе приняли участие 600 исследователей из 10 стран мира, представляющих более 50 научных и научно-образовательных организаций. Это ничуть не меньше, чем на прошлом конгрессе, проходившем в Томске два года назад.



Ушли в онлайн

Организаторами конгресса выступили Институт сильноточной электроники СО РАН, Томский научный центр СО РАН, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, а также Чунцинский университет искусств и наук (Chongqing University of Arts and Sciences), который входит в пятерку лучших вузов Китая. Впервые EFRE проходил при технической поддержке Института инженеров электротехники и электроники (IEEE), авторитетной международной некоммерческой ассоциации, объединяющей более 400 тысяч специалистов из 170 стран и являющейся мировым лидером в области разработки стандартов по радиоэлектронике, электротехнике и аппаратному обеспечению вычислительных систем и сетей.

Параллельно в ИМКЭС СО РАН в смешанном формате (традиционном очном и онлайн) прошли сразу два авторитетных научных форума. Это мультидисциплинарная конференция ENVIROMIS-2020, организованная при поддержке РФФИ, а также международная онлайн-конференция «Климатические и погодные экстремальные явления: данные, анализ и воздействие».

Участие в работе этих конференций приняли 150 исследователей из Томска и других городов России, а также из США, Японии, Норве-

– В связи с эпидемиологической обстановкой и запретом на проведение массовых мероприятий EFRE-2020 было решено провести в дистанционном формате на двух площадках, – рассказал Валерий Шкляев, сопредседатель локального оргкомитета. – На сайте конгресса создали форум для проведения научной дискуссии, а устные доклады и пленарные секции проходили в режиме онлайн-вебинаров с использованием отечественной разработки резидентов Сколково – программы Webinar. С пленарными лекциями благодаря этой технологии выступили восемь ведущих ученых, в том числе академик Геннадий Месяц, профессор Яков Красик (Университет Технион, Хайфа, Израиль), профессор Массимилиано Бестетти (Миланский политехнический университет, Италия).

Несмотря ни на что

Лейтмотивом церемонии открытия, которую каждый участник конгресса смотрел с экрана своего компьютера, стало продолжение общения между учеными, которое не должно останавливаться.

Академик Геннадий Месяц, научный руководитель ИСЭ СО РАН, отметил уникальность конгресса, заключающуюся в обсуждении широкого спектра научных тематик: генерация сверхмощных электронных импульсов, СВЧ- и рентгеновское излучение, перспективы термоядерного синтеза, то есть тех направлений современной физики, в которых Институт сильноточной электроники занимает лидирующее место в мире, именно здесь были открыты явления объемных газовых разрядов и взрывной электронной эмиссии, сотрудники института удостоены многих престижных международных премий, в числе которых «Глобальная энергия» и премии им. Эрвина Маркса и Вальтера Дайка.

– Идея организовать конгресс в новом формате – это очень мужественное решение, потому что общение ученых, обсуждение научных результатов должны продолжаться, несмотря ни на что, – сказал Геннадий Андреевич, выразив надежду, что следующий конгресс пройдет уже в привычном формате, а его участники смогут познакомиться с неповторимой архитектурой Том-

ска и побывать в ведущих научных лабораториях.

Проректор ТПУ по академическому превосходству Леонид Сухих, отметив возможность продолжать международную коммуникацию ученых благодаря использованию новых технологий, увидел и преимущества дистанционного формата: по его словам, это позволило привлечь к работе конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых из разных стран.

Врио председателя Томского научного центра СО РАН Алексей Марков выразил убежденность, что научный форум с такой богатой и интересной историей будет развиваться и внедрять самый передовой опыт и технические решения, в том числе совмещение на будущих конгрессах сразу двух форматов – традиционного и дистанционного.

Завершая церемонию открытия, Петр Каминский, начальник департамента науки и высшего образования администрации Томской области, напомнил, что EFRE относится к числу важнейших научных событий, влияющих на формирование имиджа региона как одного из ведущих научно-образовательных центров:

– Большой интерес к конгрессу со стороны зарубежных коллег подтверждает высокий уровень исследований, ведущихся томскими учеными. При этом академические институты играют важную роль в решении амбициозных задач, поставленных перед нами Стратегией Российской Федерации, особенно в реализации проектов создания в Томске НОЦ мирового уровня и «Большого университета».

Сразу четыре научных форума

В течение двух недель в рамках конгресса работали сразу четыре научных форума. Это уже ставшие традиционными Международный симпозиум по сильноточной электронике, Международная конференция по модификации материалов пучками заряженных частиц и потоками плазмы, Международная конференция по радиационной физике и химии конденсированных сред, а также новая Международная конференция по

новым материалам и высоким технологиям.

Участники смогли обсудить актуальные научные и технические вопросы в области импульсной энергетики, физики пучков заряженных частиц и мощных микроволн, фундаментальных основ взаимодействия пучков частиц и фотонных пучков с веществом, физических принципов технологий в области модификации материалов, в химии, биологии и медицине, основанных на применении потоков частиц и излучений. На четвертой площадке впервые были представлены разработки, связанные с трехмерной печатью, азотной керамикой, функциональными материалами и покрытиями, а также применением самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Не только коллеги, но и друзья

Конгресс традиционно был площадкой для общения и обмена идеями между коллегами, которых связывают многолетние партнерские отношения. Один из постоянных участников – Яков Красик, профессор Израильского технологического института в Хайфе, выпускник ТПУ, живущий в Израиле с 1991 года. Именно с этого времени он активно сотрудничает с ИСЭ СО РАН по целому ряду направлений:

– Это и пионерные работы по плазменным ключам, которые велись академиками Геннадием Месяцем и Борисом Ковальчуком, Александром Кимом и Владимиром Кокшаневым. Это и наши контакты с группой академика Сергея Корвина по генерации и применению СВЧ-излучения высокой мощности, с академиком Николаем Ратахиным и профессором Владимиром Орешкиным по направлению, связанному с изучением состояний вещества в экстремальных условиях. Меня всегда связывали прекрасные отношения с академиком Сергеем Бугаевым, с профессором Дмитрием Проскуровским. После моего переезда в Израиль наша кооперация с ИСЭ СО РАН активно развивается. Тесные контакты с Владиславом Ростовым помогают нам в исследованиях мощных микроволновых импульсов, у нас есть совместные публикации по результатам этого

исследования, которые описывают новые нелинейные эффекты взаимодействия таких импульсов с плазмой и нейтральным газом. Ведется и многолетнее сотрудничество с моим другом и коллегой профессором Ефимом Оксом в отношении источников плазмы для получения сильноточных электронных и ионных пучков, итогом которого являются совместные публикации, доклады на международных конференциях, различные семинары, стажировки для молодых ученых в университете Технион, одном из лучших вузов мира, сотрудниками которого являются три нобелевских лауреата.

К большому сожалению, пандемия не позволила Якову Красику, как и другим ведущим ученым, приехать в Томск, повидать коллег и друзей, проникнуться особой атмосферой конгресса. Но, по словам Якова Евсеевича, отменить его было бы неправильно, потому что важно использовать любую возможность послушать и обсудить интересные доклады, представить свои результаты и получить обратную связь от авторитетных специалистов.

Своими впечатлениями о работе конгресса поделился профессор Массимилиано Бестетти. Он рассказал о сотрудничестве с Томским научным центром СО РАН и Институтом сильноточной электроники СО РАН, а также поделился своими ожиданиями относительно работы конгресса в новом формате и планами дальнейшего сотрудничества с томскими учеными:

– Нас связывают давние партнерские отношения с Томском, три года назад под эгидой ТНЦ СО РАН был подписан меморандум о сотрудничестве между ИСЭ СО РАН и Миланским политехническим университетом. В рамках этой кооперации томские ученые разработали и поставили нам высокотехнологичное электронно-пучковое оборудование. Дело в том, что в Италии сейчас активно развивается направление, связанное с модификацией поверхностей и материалов, поэтому нашему университету важно и дальше развивать эту тематику совместно с россиянами, с сибиряками.

Как подчеркнул господин Бестетти, на конгрессе он смог обсудить эксперименты, проведенные на поставленном в Милан оборудовании, а также стратегию дальнейшего сотрудничества с ТНЦ СО РАН и ИСЭ СО РАН.

■ Подготовила
Ольга Булгакова

С соблюдением дистанции

гии, Бельгии, Германии, Испании и Португалии.

– Ученые-томиши выступили со своими докладами перед коллегами, собравшимися в конференц-зале с соблюдением всех ограничительных норм и правил, их выступления транслировались в Интернете. В свою очередь участники из других городов и стран представляли результаты своих исследований в формате видеоконференции. Затем в этом же формате или в чате можно было задать все интересующие вопросы. Хотя все без исключения отмечали, что такая форма работы не заменит настоящего, живого общения, – сказал профессор Евгений Гордов, сопредседатель конференций.

На ENVIROMIS-2020 обсудили использование современных методов наблюдений, вычислительных и информационных технологий для оценки, моделирования и смягчения последствий изменения окружающей среды под воздействием естественных и антропогенных факторов, включая глобальные изменения климата. Особое внимание было уделено детальному обсуждению состояния и динамики окружающей среды Северной Евразии, в особенности Сибири.

Дело в том, что Сибирь является таким регионом, где изменения климата проявляются очень ярко, что оказывает значительное влияние на изменения климата в масштабах планеты. В обсуждении этих тем уча-

ствовали представители нескольких авторитетных международных программ и организаций, таких как Northern Eurasia Future Initiative (NEFI), международная программа «Будущее Земли» и междисциплинарная программа исследований «Паневразийский эксперимент» (PEEX). В рамках конференции состоялась школа молодых ученых, на которой с лекциями выступили ведущие ученые.

Вторая конференция, организованная совместно со специалистами из Магдебург-Стендальского университета прикладных наук и Потсдамского института (Германия), была посвящена исследованиям экстремальных явлений, интенсивность которых в разных регионах

планеты за последние годы резко возросла.

– Эта тематика становится все более актуальной, за последнее время появилось много новых методов, которые могут применяться при анализе экстремальных погодно-климатических явлений и их влияния на окружающую среду, – подчеркнул Евгений Петрович. – Научные исследования переходят на следующую ступень своего развития: важно не просто зарегистрировать какое-либо явление, но и оценить его воздействие на различные экосистемы.

Следующая встреча ученых произойдет через год, и все они надеются, что пандемия отступит и все смогут вернуться к очному формату. Ведь только так, вживую, можно провести традиционные для ENVIROMIS рабочие семинары по применению новых методов исследований в полевых условиях.

TERRA INCOGNITA

Понять масштабы катастрофы ...должны томские химики, участники Большой норильской экспедиции СО РАН



В результате утечки на норильской ТЭЦ 20 мая 2020 года более 21 тысячи тонн дизельного топлива разлилось далеко за пределы промзоны, из них, по предварительной оценке, 6 тысяч тонн попали в грунт, а 15 тысяч тонн – в реку Далдыкан, правый приток реки Амбарной, впадающей в крупное озеро Пясино, из которого вытекает река Пясино, впадающая в Карское море. По оценке *Greenpeace*, разлив топлива в Норильске по масштабу ущерба для окружающей среды является самой крупной катастрофой в заполярной Арктике.

в комплексной экспедиции, объектом изучения которой стала Арктика – регион, который сейчас находится в центре внимания ученых, исследование которого имеет особую актуальность для развития России, – говорит Петр Борисович.

Мнение коллеги разделяет и Елена Александровна:

– Когда я получила предложение стать участником Большой норильской экспедиции, дала утвердительный ответ сразу же, не раздумывая. Такой шанс выпадает нечасто, это

возможность познакомиться с удивительной территорией, с ее уникальной экосистемой, а также почувствовать себя частью большого коллектива исследователей разных специальностей, объединенных общей целью.

О чем расскажут образцы?

Елена Ельчанинова показывает ботанические образцы – разнообразные мхи и лишайники, разные

части ивы (листья и корневая система), осоку. Традиционно считается, что такие виды растений, как осока, ива и полевой хвощ, устойчивы к различным неблагоприятным воздействиям, а вот мох, напротив, не произрастает в экологически неблагоприятных районах.

– Для химического анализа были выбраны несколько распространенных видов растений, исследование которых поможет сделать вывод, насколько могла пострадать флора, представленная на этой обширной территории.

Также ученые собирали образцы двух видов почв – глинистых и песчаных, исследование которых позволит дать ответы на вопрос, насколько отличаются механизмы их загрязнения. Ведь, как правило, в глинистых почвах эти негативные процессы протекают медленнее,

чем в песчаных. Следует отметить, что изучение почв необходимо для мониторинга таяния вечной мерзлоты, которым всерьез обеспокоено местное население и экологи.

Петр Кадычагов отметил, что из еще двух видов образцов – вод и донных отложений – именно последние являются более информативными:

– Вода – это динамичная система, которая быстрее обновляется; донные отложения – это та самая летопись, которая поможет получить нам более точное представление о степени загрязнения и о составе тех веществ, что попали в экосистемы.

Порой язык цифр бывает очень красноречив: ученые вернулись в Томск в прямом смысле с огромным багажом – сотней килограммов образцов, заранее подготовленных к транспортировке. Впереди следующий, не менее значимый и ответственный этап – лабораторное изучение доставленных материалов. Оно-то и поможет ответить на вопросы, которые волнуют ученых, экологов и представителей промышленности, от ответов на них будет зависеть будущее исследуемой территории, более полувека оставшейся terra incognita.

Метод имеет значение

К большому сожалению, нередко в научно-популярных текстах не рассказывается о тех методах, которые используют ученые в своих исследованиях. А ведь именно их многообразие позволяет получить ответы на самые сложные вопросы. Для анализа образцов, привезенных из Арктики, будут применяться два метода: инфракрасная спектроскопия и газовая хромато-масс-спектрометрия. Первый метод позволит оценить суммарное содержание органических соединений в образцах и их групповой состав, второй же – более подробно определить индивидуальный состав, выявить, какие именно соединения попали в окружающую среду, степень их опасности, а также отследить динамику процесса загрязнения. Полученные результаты имеют важное значение для дальнейших исследований Арктического региона и войдут в общий отчет о работе Большой норильской экспедиции.

комплексное изучение Алтая – это одна из визитных карточек института

Как отметил младший научный сотрудник Алексей Литвинов, ученым удалось исследовать еще одну в прямом смысле скрытую угрозу – многолетние мерзлые породы, таяние которых может спровоцировать оползневые процессы и образование наледей. С помощью заложенной сети геотермических регистраторов, разработанных в ИМКЭС СО РАН, ведутся постоянные наблюдения, которые позволят исследовать глубину сезонного промерзания и оттаивания мерзлой толщи высокогорий Алтая, оценить интенсивность мерзлотных процессов.

Хотя нынешний экспедиционный сезон и стал довольно сложным (ученым из Монголии не удалось присоединиться к коллегам), он дал возможность собрать много интересных материалов, исследование которых позволит еще дальше продвинуться в изучении ледников и озер Большого Алтая.

■ Ольга Булгакова
Фото любезно предоставлены Алексеем Литвиновым

В Томск вернулись Елена Ельчанинова и Петр Кадычагов, научные сотрудники лаборатории природных превращений нефти ИХН СО РАН и участники Большой норильской экспедиции, отправившейся в конце июля на Таймыр. Миссия экспедиции состояла в том, чтобы обратиться к традиции системного изучения этой уникальной территории, оценить масштабы произошедшего на ней экологического бедствия (разлив дизельного топлива в конце мая) и дать рекомендации относительно будущего освоения Арктического региона.

Это уникальный опыт для ученых...

Ученые из ИХН СО РАН в составе одного из четырех полевых отрядов осуществили отбор образцов нескольких видов: это почвы с поверхности и по разрезу, донные отложения, вода, а также разные виды растений, произрастающие на территории, пострадавшей от разлива нефтепродуктов. Все пробы отобраны в разных точках, чтобы можно было сравнить полученные значения и оценить степень загрязнения территории и дальность его распространения.

Самые первые образцы были взяты в районе самой ТЭЦ, затем путь исследователей пролегал вдоль ручья Надеждинского, через воды которого и распространились нефтепродукты. Затем группы ученых были заброшены наземным транспортом в район рек Далдыкан и Амбарная. А самыми дальними точками, куда добраться можно было только вертолетом, стали районы озера Пясино и Карского моря, куда впадает река Пясино. Как пояснили Елена Ельчанинова и Петр Кадычагов, в каждом месте было взято несколько видов проб – вблизи предполагаемого места загрязнения (у реки) и фоновые (на удалении) для их сравнения между собой.

– Это уникальный профессиональный опыт – принять участие

НАЧАЛО НА СТР. 1

Опасные новички

Кажется, что образование новых озер в результате таяния ледников имеет одни лишь плюсы – увеличиваются запасы пресной воды, появляются новые возможности для организации отдыха и разных видов деятельности человека. Однако такие новички таят в себе серьезную опасность. Дело в том, что озерную дамбу зачастую формируют морены – природные нагромождения из обломков горных пород, глины и льда, образующиеся в результате движения ледников. Порой такая дамба оказывается весьма непрочной, потому что роль цемента в ней играет лед, который постепенно тает, входя в контакт с озерными водами. В 2012 году масштабное бедствие произошло с озером Маашей (Северо-Чуйский хребет Русского Алтая), когда в результате прорыва озерной дамбы были смыты мосты, лесные массивы, а одноименная река даже изменила свое русло.

Ученым тогда удалось сделать прогноз относительно грядущей



опасности, используя разработанную методику, которая включает дистанционный космический мониторинг, подповерхностное зондирование дамбы и электрохимический анализ озерных вод. Важно отметить, что большую тревогу

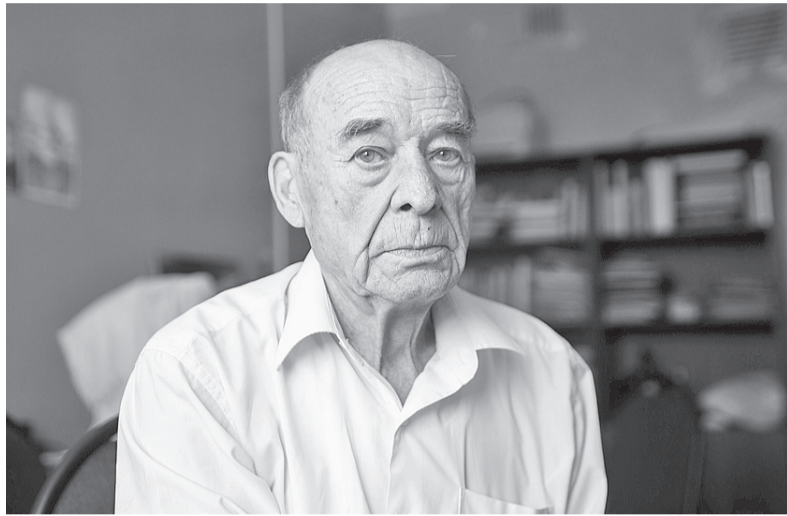
у исследователей сейчас вызывает другое озеро – Софийское, глубина этой алтайской жемчужины составляет 30 метров. Здесь события тоже могут развиваться по маашейскому сценарию, а последствия могут быть гораздо серьезнее.

А пока экспедиционный отряд изучает ландшафты, измененные прорывом озера Маашей. Исследователи из ИМКЭС СО РАН впервые приступили также к описанию новых растительных сообществ, образованных в этих местах, ведь

В преддверии Дня старшего поколения корреспонденты «Академического проспекта» встретились с Николаем Афанасьевым – ведущим научным сотрудником ТНЦ СО РАН, доктором физико-математических наук, который стоял у истоков отдела структурной макрокинетики.

СУДЬБА ЧЕЛОВЕКА

Как побороть трение, знает Николай Афанасьев



Из шахты – в металлофизики

Но путь в вуз не стал для молодого человека простым и коротким. После принятия хрущевского закона «Об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР» каждый студент должен был совмещать работу и учебу, поэтому вместо студенческой скамьи он отправился на производство, на шахту в Кузбасс. Горное дело оказалось Николаю не по душе, и через год он поступил в ТГУ на физический факультет.

– Было огромное желание пойти на теоретическую физику, но счел, что уже прошло несколько лет после школы, успел подрастерять знания, поэтому выбрал для себя

металлофизику. Учиться было очень интересно: замечательный факультет, прекрасные преподаватели и декан Вера Николаевна Жданова... Так и появилось желание заниматься наукой, – вспоминает ученый.

Окончив университет в 1967 году, Николай Афанасьев начал работать в СФТИ под руководством будущего академика В.Е. Панина в отделе физики металлов, сформированном на базе научной школы выдающихся ученых В.Д. Кузнецова и М.Д. Большаниной.

«СВС будет востребован всегда...»

Новый этап в жизни начался после знакомства с Ю.М. Максимовым, молодым лидером нового научного коллектива – Томского филиала Ин-

ститута структурной макрокинетики АН СССР, позже преобразованного в Отдел структурной макрокинетики Томского научного центра СО РАН.

– Мне сразу же предложили возглавить лабораторию физического материаловедения. Конечно, хотелось проявить себя, развиваться как руководителю исследовательской группы. Нам давалась самостоятельность в формировании плана работ, в выборе тематики. Объектом исследований моей лаборатории стали керамические материалы, являющиеся конечным продуктом процесса горения. Существуют уникальные керамики, обладающие исключительными свойствами: микропластичностью, проводимостью, повышенной жаростойкостью и прочностью. Нашему научному коллективу удалось первыми в мире синтезировать борсодержащие МАХ-фазы.

Самое главное, считает Николай Иванович, что эти научные исследования продолжались даже в самое трудное время и не утратят своей актуальности в будущем: метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) будет востребован всегда, поскольку позволяет сразу получить готовое изделие или деталь без больших финансовых и энергетических затрат.

Скользкая керамика

Сейчас Николай Афанасьев совместно со старшими научными сотрудниками Ольгой Лепаковой

и Борисом Браверманом получили уникальный супертвердый керамический порошковый материал – алюмомagneвий борид $AlMgB_{14}$, которой за свои уникальные физико-механические свойства называется скользкой керамикой.

По своей твердости (около 32 гигапаскалей) борид алюминия-магния уступает лишь алмазу и нитриду бора. При этом он обладает исключительно низким коэффициентом трения – всего около двух сотых (для сравнения: у тefлона коэффициент трения составляет от четырех сотых до одной десятой, а у хорошо смазанной стали – не менее 16 сотых). К числу других свойств, делающих этот материал перспективным, относятся отличная стойкость к абразивному износу и эрозии, хорошие химическая инертность и термическая стойкость.

Являясь пионерной разработкой для России, скользкая керамика имеет широкие перспективы для внедрения: этот материал можно применять в качестве композиционной противозносной добавки, а также в качестве сырья для смазочных и износостойких покрытий, работающих в экстремальных условиях. При нанесении алюмомagneвиевого борида на поверхности подшипников и других деталей коэффициент их трения будет уменьшен во много раз, иными словами, процесс эксплуатации механизмов с таким покрытием пойдет буквально как по маслу. На способ получения $AlMgB_{14}$ получен патент РФ.

И хотя режим самоизоляции в условиях пандемии коронавируса и внес свои коррективы в привычный ритм жизни, сейчас ученый активно продолжает свои исследования: намечены перспективы взаимодействия с инновационным предприятием из Ростова, которое заинтересовалось разработкой ученых ТНЦ СО РАН.

Результаты исследований ученых из Томского научного центра СО РАН, полученные в рамках проекта РФФИ, могут быть использованы при создании новых прототипов электромобилей с увеличенным запасом хода. О некоторых из них сообщил британский научный журнал первого квартала *Energy Conversion and Management*, в котором опубликована статья Сергея Замбалова, Игоря Яковлева и Анатолия Мазного, посвященная проблеме разработки вспомогательной силовой установки (расширителя пробега) для современных электромобилей.

ПЕРВЫЙ КВАРТИЛЬ

Автозарядка для электромобиля



Игорь Яковлев и Сергей Замбалов

и выделение государственных субсидий, направленных на развитие рынка электротранспорта. Кроме того, современный поршневой двигатель внутреннего сгорания практически исчерпал потенциал раз-

вития в качестве основной силовой установки.

В то же время быстрому распространению электромобилей мешает целый ряд недостатков существующих моделей. Одна из основных

проблем, пугающих потенциальных автовладельцев, – это малая величина автономного хода на одном заряде аккумуляторных батарей электромобиля: водитель вынужден четко продумывать план поездки с учетом наличия в пути зарядных станций и с определенной периодичностью искать место, где он сможет зарядить свой электромобиль. Если в странах с теплым климатом и развитой дорожной инфраструктурой можно вполне комфортно проделать это действие, то в малонаселенных и труднодоступных регионах с холодными зимами это будет крайне трудно.

– Один из возможных эффективных путей решения этой проблемы – разработка и использование в конструкции электромобиля так называемого расширителя пробега – *range extender*, – говорит Сергей Доржиевич. – Расширитель пробега представляет собой комбинацию двигателя внутреннего сгорания и электрогенератора. Аккумуляторные батареи заряжаются как при движении, так и во время стоянки: устройство включается в тот момент, когда заряд батарей снижается ниже определенного уровня.

Концепция расширителя пробега от томских ученых предполагает как минимум три принципиальных составляющих: тип двигателя, вид топлива и способ его подачи в камеру сгорания.

Во-первых, ученые ТНЦ СО РАН предлагают использовать в расширителе пробега оторочно-поршневой двигатель. В отличие от классического поршневого двигателя

внутреннего сгорания он имеет более высокую удельную мощность на высоких оборотах, легкую и компактную конструкцию при меньшем числе деталей, малый уровень шума и отличную уравновешенность.

Во-вторых, в качестве топлива для установки предполагается использовать топливо будущего – водород. Это позволит не только избавиться от вредных углеродсодержащих выбросов, образующихся при сгорании бензина, дизельного топлива или газа, но и повысить эффективность двигателя, ведь известно, что при сгорании водородного топлива выделяется больше энергии.

Наконец, в-третьих, с помощью методов математического моделирования было показано, что применение системы многократного прямого впрыска топлива позволит снизить до двух раз выделение оксидов азота, этого основного загрязнителя атмосферы в водородных двигателях. И это без каких-либо потерь в эффективности и производительности двигателя по сравнению с традиционной схемой подачи топлива. Важно отметить, что разработанные методы и модели могут быть использованы не только в автотранспорте, но и в других сферах, в частности в разработке беспилотных летательных аппаратов или в автономных источниках энергии для отдаленных регионов. В настоящее время ученые устанавливают контакты с инновационными компаниями, занимающимися разработкой вспомогательного оборудования для электромобилей.

Как объясняет один из соавторов статьи *Effect of multiple fuel injection strategies on mixture formation and combustion in a hydrogen-fueled rotary range extender for battery electric vehicles* (Vol. 220, 15 September 2020) Сергей Замбалов, старший научный сотрудник отдела структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН, все большее количество мировых автопроизводителей приступает к разработке полностью электрифицированного индивидуального автотранспорта. На это влияет как постоянное ужесточение экологических норм по токсичности выхлопных газов автомобилей, так

СМЕНА

Как возглавить коллектив?

Сразу два научных сотрудника лаборатории компьютерного конструирования материалов ИФПМ СО РАН – Александр Корчуганов и Антон Никонов – получили гранты РФФИ для поддержки исследований под руководством молодых ученых. Это важный этап в карьере, ведь за три года руководства проектом каждому из них предстоит приобрести свой первый опыт управления коллективом исследователей, решающих ответственные научные задачи.



Все чаще объектом исследования ученых становятся объекты и процессы, которые невозможно увидеть в нашей повседневной жизни, но изучение которых оказывает на нее серьезное влияние: благодаря результатам фундаментальных исследований меняются привычные представления о мире, создаются новые технологии и материалы. Например, с помощью современных методов компьютерного моделирования можно совершить то, о чем раньше можно было прочесть только на страницах фантастических романов: не только узнать, какие процессы происходят на атомном уровне материалов, но даже спрогнозировать их.

Зерна разного размера для баланса прочности и пластичности

Проект Александра Корчуганова посвящен механизмам пластической деформации и разрушения многофазных градиентных нанокристаллических материалов. Но, прежде чем перейти к этим уникальным материалам, напомним, что традиционные конструкционные материалы – стали и сплавы – состоят из зерен (кристаллитов) одного размера.

Вспомним известные сравнения: твердый, несгибаемый, как сталь... Даже народная мудрость, далекая от физического материаловедения, уже видит серьезную проблему: как объединить в одном материале

Получению грантов для молодых руководителей научных коллективов предшествовала успешная работа по индивидуальным грантам РФФИ. Александр Корчуганов и Антон Никонов считают, что реализация проектов, руководителями которых они стали, позволит создать хороший задел для дальнейших исследований по этим перспективным направлениям.

прочность и пластичность? Ведь если суперпрочный, то, значит, несгибаемый! Следует пояснить, что проблема многих традиционных материалов как раз и заключается в том, что при высокой прочности (то есть при меньшем размере зерен) материал имеет низкую пластичность; и, наоборот, обладая отличной пластичностью (при большем размере зерен), не может похвастаться высоким уровнем прочности.

Материаловеды смогли ответить на этот вызов: новые перспективные материалы с градиентной зеренной структурой способны сочетать оба свойства – и прочность, и пластичность. Класс таких материалов будет широко востребован в энергетике, в машиностроительной, авиационной отраслях, иными словами, везде, где требуются огромный запас прочности, а также способность сопротивляться зарождению трещин

(разрушению материала) и даже самостоятельно залечивать их. Секрет кроется в том, что такие материалы состоят из зерен разного размера.

– В ходе реализации гранта на примере сплава железа и никеля с градиентной зеренной структурой мы изучим фундаментальные свойства таких материалов. Ведь прежде чем переходить к их применению, необходимо получить целостное представление о специфике такого материала: об его отличиях на атомном уровне от материалов, состоящих из зерен одного размера, – поясняет Александр Вячеславович. – Также следует досконально исследовать процессы, которые происходят во время механического воздействия на материал и зарождения дефектов в его структуре.

По словам молодого ученого, для фундаментальных исследований применяется один из самых востребованных современных методов компьютерного моделирования – метод молекулярной динамики, который позволяет не только ответить на вопросы, которые трудно или невозможно получить экспериментальным путем, но также дать прогноз относительно поведения материалов с градиентной зеренной структурой в разных условиях.

Как победить дендриты – ложку дегтя в бочке меда 3D-печати?

Проект под руководством Антона Никонова называется «Численное изучение физических закономерностей процесса фрагментации и последующего роста зерен медно-алюминиевой бронзы при электронно-лучевой аддитивной технологии». Этот проект будет реализован с помощью экспериментальных методов и методов компьютерного моделирования. Как и в проекте Александра Корчуганова, помощниками ученых в сложных расчетах станут институтский суперкомпьютер и лабораторный кластер высокопроизводительных компьютеров.

Проект имеет важное фундаментальное и прикладное значение, он поможет совершенствовать технологии 3D-печати, переживающей бум во всем мире. Да, с помощью этой технологии стало возможным получать изделия разного назначения, которые отличаются меньшим весом по сравнению с изделиями из традиционных материалов; эти изделия могут иметь сложную форму, они обладают довольно низкой себестоимостью и не дают отходов. Но, как говорится, в каждой бочке меда есть своя ложка дегтя. Таковой здесь являются дендриты...

– При использовании метода электронно-лучевой наплавки на поверхности изделия образуются кристаллические структуры вытянутой формы – дендриты, которые не исчезают и во время следующих этапов наплавки. Они видны на поверхности получившегося изделия и могут влиять на его эксплуатационные свойства, – рассказывает Антон Юрьевич. – Но, как оказалось, чередование режимов наплавки и механической обработки поверхности способно разрушить дендритные структуры: кристаллическая структура разбивается, и столбик превращается в отдельные зерна.

На примере медно-алюминиевой бронзы ученым предстоит изучить процессы, происходящие внутри разных кристаллов – от простейших до сложных поликристаллов, описать, как в результате механической обработки меняется их внутренняя структура. Итогом работы коллектива под руководством Антона Никонова станет моделирование технологического процесса создания изделия, при этом будет подробно рассмотрен каждый его этап.

По мнению ученого, одним из значимых преимуществ компьютерного моделирования является то, что его методы позволяют не просто зафиксировать какой-то результат, но ответить на вопрос, почему это произошло? Выполненный грант позволит расширить фундаментальные знания относительно процессов, связанных с изменением внутренней структуры дендритов. Очень важно то, что ученые смогут предложить целый ряд практических рекомендаций, которые позволят повысить эффективность электронно-лучевой аддитивной технологии при трехмерной печати.

ПЕРВЫЙ КВАРТИЛЬ

Ярче луч, шире спектр

осуществлять прецизионную микрообработку металлических изделий.

По словам Максима Викторовича, несмотря на довольно длительный период изучения активных сред на парах металлов, до сих пор остается нерешенным ряд проблем, связанных с повышением их частотно-энергетических характеристик и практического КПД, увеличение срока службы. Поэтому в настоящее время в большей части применений этот тип лазеров не выдерживает конкуренции с другими лазерами, например волоконными.

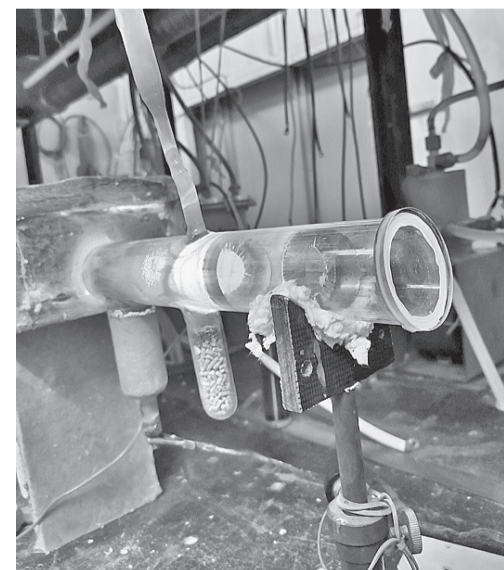
Однако лазеры на парах металлов обладают неоспоримыми преимуществами, делающими их перспективными для решения ряда современных научно-технических задач. В частности, среда на переходах атома меди, исследованию которой посвящено большое количество работ российских и зару-

бежных научных коллективов, позволяет визуализировать процессы, экранированные мощной фоновой засветкой. Здесь стало важным еще одно уникальное свойство активных сред на самоограниченных переходах атомов металлов – высокая спектральная яркость, то есть возможность многократного усиления сигнала в узком спектральном диапазоне. Речь идет о лазерных мониторах видимого диапазона спектра.

Толчок развитию этих систем дало появление скоростных фото- и видеорегистраторов, позволяющих производить съемку с высокой частотой, а в связи с развитием приемников ближнего инфракрасного диапазона появилась возможность расширить спектральный диапазон лазерных мониторов. Это и вызвало интерес к созданию эффективного усилителя яркости на переходах атома марганца, так как она позво-

ляет усиливать сигналы одновременно в видимом и ближнем инфракрасных диапазонах спектра.

Главной целью ученых было повышение эффективности источников накачки (для этого пришлось решить ряд технических проблем); также нужно было оптимизировать режим работы активной среды. В ходе исследований была выявлена зависимость распределения излучения между спектральными диапазонами от условий возбуждения и условий работы активной среды, благодаря чему открылись новые возможности применения активной среды на переходах атома марганца. В планах ученых – продолжить исследование, связанные с созданием оптико-электронных устройств, которые будут востребованы для решения задач неразрушающего контроля, диагностики быстротекущих процессов и так далее.



Статья под названием *MnCl₂ laser with pulse repetition frequency up to 125 kHz*, подготовленная группой ученых из ИОА СО РАН – Дмитрием Шияновым, Максимом Тригубом, Владимиром Соковиковым и Геннадием Евтушенко, опубликована в высокорейтинговом журнале *Optics & Laser Technology*.

Коллектив лаборатории квантовой электроники имеет богатый опыт по созданию лазеров на парах галогенидов металлов, – рассказывает Максим Тригуб, руководитель проекта РФФИ, в рамках которого была подготовлена статья. – Уникальное сочетание свойств таких лазеров позволяет применять их в различных областях науки и техники. В частности, высокое качество пучка в сочетании с относительно высокими энергиями импульсов генерации в видимой области спектра позволяет

Впереди у ученых – создание бистатистических активных оптических систем, включающих в себя независимый источник подсветки и усилитель яркости изображения. Подобные системы найдут свое применение в области связи, оптики атмосферы и высокоскоростной визуализации.

МИР БЕЗ ГРАНИЦ

По пути российских мореплавателей

Известный российский путешественник, советник председателя Томского научного центра СО РАН Евгений Ковалевский и мастер спорта по спортивному туризму из Новосибирска Станислав Березкин начали подготовку к уникальной кругосветной экспедиции. Посвящена она будет 250-летию со дня рождения адмирала И.Ф. Крузенштерна и 200-летию открытия Антарктиды русской экспедицией Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева. Проект получил поддержку Фонда президентских грантов и Русского географического общества. Старт экспедиции назначен на 1 июля 2021 года, экипаж отправится из Санкт-Петербурга и через два года, летом 2023-го, вернется в Северную столицу.



на парусных шлюпах «Надежда» и «Нева». В этом походе они совершили ряд открытий в бассейне Тихого океана, устранив последние белые пятна в его северной части. Юнгой на «Надежде» тогда служил Отто Евстафьевич Коцебу, который спустя несколько лет, в 1815–1818 годах, уже сам возглавил кругосветное плавание на бриге «Рюрик», открыв множество островов в Тихом океане. Одной из наиболее успешных кругосветных экспедиций первой половины XIX века стало плавание Федора Петровича Литке на шлюпе «Сенявин» в 1826–1829 годах, когда были исследованы берега Камчатки и Чукотки, описаны неизвестные острова и архипелаги в северной части Тихого океана.

Всего же русские мореплаватели совершили порядка пятидесяти кругосветных путешествий, сделав еще многие и многие географические открытия. Именно благодаря плечу выдающихся первопроходцев из России на картах Тихого океана появились русские названия, например, остров Лисянского и риф Крузенштерна на Гавайях.

– Отчеты всех этих экспедиций имели огромное значение не только для российской, но и для мировой науки. В частности, благодаря географическим исследованиям русских мореплавателей стала безопаснее навигация в экваториальной части Тихого океана южнее Японии, – рассуждает Евгений Ковалевский. – К большому сожалению,

сегодня достижения русских первооткрывателей не упоминаются, их заслуги незаслуженно забыты. Поэтому важно напомнить нашим соотечественникам и всему миру об их великом подвиге, о русском вкладе в географические открытия.

Впереди три океана

В ходе экспедиции сибиряки планируют пройти по местам, которые были открыты и нанесены на географические карты российскими моряками в кругосветных плаваниях XIX века. Впереди три океана – Атлантический, Тихий и Индийский (возможно, даже с заходом в воды Южного океана), посещение порядка сорока стран, где состоятся встречи с государственными деятелями, научным и образовательным сообществом, местными жителями.

Для Евгения Ковалевского кругосветное плавание станет вторым по счету. Первая кругосветка на надувном парусном катамаране состоялась из четырех этапов и заняла семь лет (2006–2013). Особенность нового путешествия заключается в том, что оно будет непрерывным. И вновь смелая команда отправится в экспедицию отнюдь не на комфортной яхте, оснащенной всеми удобствами: домом на эти годы для них станет надувной парусный тримаран. Его сконструирует и изготовит новосибирский путешественник Анатолий Кулик, капитан первой кругосветной экспедиции сибиряков.

Впереди – многочисленные испытания, ведь на судно ляжет колоссальная нагрузка, и возникающие неполадки придется исправлять прямо по ходу плавания. Особенно сложными станут обход вокруг Южной Америки (через мыс Горн) и переход через Индийский океан протяженностью 3 500 километров, где вплоть до острова Маврикий будет

отсутствовать возможность высидеть на земле. В ходе экспедиции путешественники планируют установить мировой рекорд по непрерывному плаванию вокруг Земли на надувном парусном тримаране (с заходом на острова для пополнения запасов воды и еды).

Увидим своими глазами

Помимо исторических и спортивных целей, проект преследует и другие, гуманитарные задачи. Во-первых, как говорит руководитель экспедиции, это «народная дипломатия», когда по пути следования сибиряки будут рассказывать жителям далеких стран о России и Сибири.

Во-вторых, в ходе экспедиции будет реализован образовательный проект «Живые уроки географии». При участии Русского географического общества и Ассоциации учителей географии предстоит создать серию пятнадцатиминутных познавательных видео «от первого лица» о разных странах, через которые пройдет путешествие. Поэтому одним из участников экспедиции станет профессиональный видеограф, кандидатура которого будет выбираться на конкурсной основе.

В-третьих, запланирована специальная программа по взаимодействию с географическими обществами и научно-образовательной общественностью стран по маршруту следования. В ряде стран будут заключены соглашения о сотрудничестве с ведущими университетами и географическими обществами, аналогичными РГО. Наконец, в ходе будущей экспедиции планируется выполнение ряда научно-образовательных задач в интересах Томского научного центра СО РАН.

■ Фото из архива Евгения Ковалевского

Дела давно минувших дней...

Как известно, первым кругосветным плаванием русских моряков была экспедиция под командованием Ивана Федоровича Крузенштерна и Юрия Федоровича Лисянского, предпринятая в 1803–1806 годах

ДОМ УЧЕНЫХ

Путешествие из Томска в Черноголовку

Вот говорят, что мы живем и действуем в предлагаемых обстоятельствах или что так сложились обстоятельства... В данном случае все было наоборот. Это мы так «сложили обстоятельства», чтобы состоялись две архиважные для всех Домов ученых встречи: с директором департамента экономической политики Минобрнауки РФ Асланом Кануковым и директором департамента информационной политики Глебом Федоровым.

Мы – это четыре нецентральных Дома ученых из Томска, Троицка, Пущино и Черноголовки – показали, насколько велики наши возможности, крепка связь с научным сообществом, как мы понимаем свою миссию и чем можем быть полезны государству в решении задач популяризации науки. У каждого Дома ученых есть интересные проекты и формы работы, но, как выяснилось, только в Томске, в Академгородке значительную часть аудитории Дома ученых составляет научная молодежь; она не только вливает свежую кровь во все наши крупные творческие проекты, но и свои предлагает.

Обсуждали, конечно, текущую ситуацию и системные проблемы – недостаточное финансирование, нерегулярные целевые субсидии на ремонт и оборудование, отсутствие у власти стратегии развития Домов ученых. Вот с этим и решили разбираться общими усилиями: учреждения культуры готовы, а насколько активными будут чиновники – увидим в скором будущем. Разработкой единой



стратегии развития академических Домов ученых мы займемся вместе с департаментом информационной политики Минобрнауки.

Самым приятным и радостным событием стала встреча в Доме ученых Научного центра РАН в Черноголовке. Принимали нас и коллег из Троицка и Пущино как родных. «Необыкновенно домашний концерт» четырех Домов

ученых прошел на ура. Уверены, что на ближайший День Академгородка к нам приедут творческие десанты из Подмосквы. «Были бы мы живы – будем и веселы!», как сказал великий поэт Александр Сергеевич Пушкин...

■ Людмила Смирнова, директор Дома ученых ТНЦ СО РАН

Do you speak English?

Кафедра иностранных языков Томского научного центра СО РАН объявляет набор слушателей в группы английского языка на 2020/21 учебный год.

Если вы хотите усовершенствовать свои навыки устной речи на английском языке как на бытовом уровне, так и в профессиональной деятельности, научиться выступать на публике, найти единомышленников, влюбленных в английский язык, то вашему вниманию предлагаются:

- групповые и индивидуальные занятия;
- уровни подготовки от *Elementary* до *Advanced*;
- комфортные условия для преодоления коммуникативного барьера на иностранном языке.

Преподаватели кафедры также научат вас, как:

- эффективно представлять результаты научной и иной деятельности на английском языке;
- правильно написать научную статью на английском языке.

Подробная информация по тел. 49-19-37. Кафедра расположена по адресу: пр. Академический, 5/1. E-mail: dfl@english.tsc.ru

«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 – издательство «Демос», г. Томск, 634003, ул. Пушкина, 22. Тел. 8 (3822) 659-779. 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. Проект осуществляется АО «Редакция газеты «Томские новости» по результатам аукциона на основании договора № 26-EV от 10.01.2019.

Время подписания в печать по графику – 16.00 30 сентября 2020 г. фактическое – 16.00 30 сентября 2020 г. Главный редактор: О.В. Булгакова Ответственный секретарь: П.П. Каминский Корректор: Е.В. Литвинова Дизайн и верстка: К.В. Ежов Фото в номере: А.С. Вшивков

ISSN 2500-0160



9 772500 016003

