

НАУКА УРАЛА

МАЙ 2022

№ 10–11 (1251)

Газета Уральского отделения Российской академии наук
выходит с октября 1980. 42-й год издания

Импортозамещение

СОХРАНИТЬ БАЛАНС

На площадке ИА Интерфакс-Урал прошла пресс-конференция, где представители уральской академической и вузовской науки рассказали о трудностях работы в условиях санкций и проектах в сфере импортозамещения.



Главный ученый секретарь Уральского отделения РАН, заведующий отделом материаловедения и лабораторией механических свойств Института физики металлов УрО РАН, член-корреспондент Алексей Макаров отметил:

— Безусловно, жесткие ограничения, направленные на сдерживание России, отразились и на ситуации в науке, хотя прежде наши партнеры утверждали, что эта сфера — вне политики. Санкционное давление затрудняет нашу работу и подвергает серьезному риску выполнение различных проектов. В Уральском отделении таких проектов по заданию госбюджета 54, по грантам РФФИ и РНФ — 121 проект. Большие сложности возникли с приобретением реактивов, научного оборудования и комплектующих к нему. Нарушены логистические цепочки. Появились проблемы с доступом к базам научных данных, без чего невозможно нормально функционировать, работать на мировом уровне, и с публикациями в международных высокорейтинговых журналах, что затрудняет выполнение существующего госзадания. Выход — переориентация на российские журналы, пересмотр и корректировка госзаданий. Темы научных исследований будут прохо-

дить согласование с руководством УрФО и Свердловской области, и приоритет будет отдаваться прикладным разработкам, полезным для региона, одновременно с поддержкой фундаментальных направлений, без которых у науки нет будущего.

К сожалению, отменяется проведение в России международных научных форумов, например, такого значимого, как Международный математический конгресс, который должен был пройти летом нынешнего года в Санкт-Петербурге. Однако сателлитная конференция с ограниченным международным участием в Екатеринбурге все же состоится.

В любом случае, какой бы сложной ни была ситуация, уральские ученые продолжают эффективно работать и нацелены на успех.

— Основные наши проекты не сворачиваются, а наоборот, активно реализуются, — поддержал коллегу директор по развитию Уральского межрегионального научно-образовательного центра Игорь Манжуров. — Наш центр включает 73 участника, в том числе 9 университетов, 10 научных институтов, остальные — промышленные партнеры. Актуальные направления УМНОЦ — цифровая энергетика (новые комплексы энергосбережения, «умные»

трансформаторные подстанции), цифровой инжиниринг в машиностроении, атомная энергетика (прежде всего участие ученых Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН и Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина в масштабном проекте Росатома «Прорыв», в разработке жидкосолевого реактора), водородная энергетика, переработка промышленных отходов, медицинская тематика (биоэквивалентные материалы для протезирования). Среди промышленных партнеров УМНОЦ — Росатом, Каменск-Уральский металлургический завод, машиностроительный холдинг «Синара — Транспортные машины», завод «Русский хром», Уральский оптико-механический завод и другие предприятия. Соединение научного потенциала с производственной средой стимулирует разработку инновационных технологий, в том числе проектов по импортозамещению. Таких проектов в реестре УМНОЦ 26. Экспертизу проектов проводит экспертный совет центра, который включает представителей научных и образовательных организаций и промышленных предприятий Свердловской, Челябинской и Курганской областей. Один из сопредседателей совета — зам. председателя УрО РАН академик Н.В. Мушников. Затем заявленные проекты рассматриваются на наблюдательном совете УМНОЦ под председательством полномочного представителя президента РФ в УрФО В.В. Якушева, куда также входят губернаторы трех регионов. Все наши проекты в этом году были одобрены.

Проректор по научной работе и инновациям Уральского государственного аграрного университета кандидат сельскохозяйственных наук Михаил Карпужин отметил, что ученые вуза видят свою задачу в обеспечении продовольственной безопасности страны, и представил разработки в области селекции и семеноводства, направленные на импортозамещение.

Окончание на с. 12

Рубежный
год

— Стр. 3



Нарушить
легко,
поправить
трудно

— Стр. 4

В.Е. Найш:
«Моя война
в Байкалове»

— Стр. 10-11



Новости РАН

РАДАРЫ ДЛЯ АРКТИКИ

26 апреля в Российской академии наук прошло заседание Совета по космосу. Ученые обсудили, как космические радарные системы помогают исследовать Арктику: в частности, это мониторинг ледовой обстановки, применение радиолокационной информации для Северного морского пути и создание Единой информационной космической системы мониторинга арктической зоны и опасных производственных объектов.



— Мы все понимаем актуальность поставленной темы. Наша страна имеет огромную площадь, существенная часть которой находится в северных регионах. Это зоны вечной мерзлоты, покрытые облаками — для их исследования очень актуально использование радиолокационных средств, особенно современных с различными режимами работы. Если говорить исторически, то наша страна одна из первых запустила радар в космос, была создана система мониторинга поверхности океана», — рассказал на открытии заседания вице-президент РАН Валерий Бондур.

Участники подробно обсудили задачи, которые можно решать в Арктике с помощью радиолокационных спутников.

Окончание на с. 2

Объявление

18–21 октября 2022 года, Екатеринбург (МВЦ «Екатеринбург-Экспо») X Уральский горнопромышленный форум

В рамках форума пройдут XIV специализированная выставка «Горное дело / UralMINING'22» и выставка «Уралэкспокамень-2022»

Главной целью форума является оценка состояния горнопромышленного комплекса и выработка мер по технологической, финансовой и законодательной поддержке горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, содействие модернизации, импортозамещению и техническому перевооружению.

С целью расширения производственно-технического потенциала предприятий Уральского региона в сфере импортозамещения и научно-производственной кооперации форум объединит порядка 7–10 научно-технических и научно-практических мероприятий в области геомеханики, геотехники, геотехнологии, геоинформатики и цифровизации, обогащения полезных ископаемых, взрывного дела, металлургии. Будут проведены семинары, «круглые столы», демонстрационные сессии научно-технических и технологических проектов, деловые встречи и презентации

экспонентов. В рамках Форума состоится заседание Горно-металлургического совета Уральского федерального округа и Съезда горнопромышленников Урала.

В экспозиции выставки «Горное дело/ UralMINING'22» будут представлены передовые решения и наукоемкие технологии для модернизации российского горно-металлургического комплекса, современная техника и оборудование.

В период принятия стратегических решений как никогда необходимы обмен опытом, технологическими и техническими решениями, поиск новых отечественных рынков поставщиков и потребителей. Форум с 2006 года является одной из ведущих площадок Уральского региона для решения таких задач. Приглашаем вас принять непосредственное участие в Форуме и выставках. О вашем решении просим сообщить по e-mail: glebov@igduran.ru.

Здоровье

В поликлинике ИВТЭ УрО РАН ведут консультативные приемы доктора медицинских наук, заведующие кафедрами Уральского государственного медицинского университета.

Консультативный прием Центра рациональной фармакотерапии ведет врач-кардиолог, терапевт, клинический фармаколог, зав. кафедрой фармакологии и клинической фармакологии УГМУ, главный внештатный клинический фармаколог министерства здравоохранения Свердловской области, доктор медицинских наук Надежда Владимировна Изможерова.

Направления:

— артериальная гипертензия, подбор антигипертензивной терапии,

— диагностика и лечение хронической сердечной недостаточности,

— оптимизация фармакотерапии пожилых пациентов,

— лечение заболеваний сердца и сосудов у женщин в постменопаузе.



Стоимость консультации 1900 р.

Консультативный прием ведет врач-терапевт, гастроэнтеролог, ревматолог, зав. кафедрой госпитальной

терапии и скорой медицинской помощи УГМУ, доктор медицинских наук Артем Анатольевич Попов. Стоимость консультации 1900 р.

Консилиум — совместный прием докторов медицинских наук Н.В. Изможеровой и А.А. Попова.

Направления: диагностика и лечение патологии внутренних органов, оптимизация фармакотерапии полиморбидных пациентов.

Стоимость консилиума 2900 р.

Консультативные приемы проводятся в многопрофильном отделении поликлиники по адресу ул. Луначарского, 182 ежедневно по вторникам с 15-00 до 18-00. Запись на прием по телефону регистратуры: 8 (343) 350-61-85.



Новости РАН

РАДАРЫ ДЛЯ АРКТИКИ

Окончание. Начало на с. 1

Это мониторинг ледовой обстановки и обнаружение опасных объектов, информационное обеспечение судоходства по Северному морскому пути, экологический мониторинг территорий, где ведется добыча нефти и газа, а также научные исследования природных и антропогенных процессов в Арктике.

Спутниковые радарные системы особенно важны для судоходства в северных широтах. С помощью радиолокационного мониторинга ученые исследуют динамику распространения и перемещения льда в арктической зоне, оценивают площади многолетнего льда, анализируют его характеристики, включая толщину, и составляют ледовые карты Арктического региона.

— Вся поступающая информация обрабатывается и доводится до потребителей. Основные потребители — это организации, входящие в структуру Росгидромета и других ФОИВ, а также гидрометцентры и министерства природы различных стран СНГ. Ежедневно с целью мониторинга Северного морского пути строятся обзорные карты, в том числе по каждой из акваторий морей. Также мы проводим наблюдения за изменением границ морского льда в Антарктике: эти карты выпускаются еженедельно, можно проследить, как изменилась кромка за это время, — отметили на Совете по космосу.



Большая часть информации сегодня поступает с иностранных радиолокационных спутников. В докладе заместителя директора ЦНИИмаш, профессора В.В. Хартова отмечена актуальность развития собственной орбитальной радиолокационной группировки, которая позволит снизить зависимость от зарубежной информации.

О разработке перспективных радарных систем рассказал директор — главный конструктор СКБ ИРЭ РАН Владимир Абрамов. В частности, сегодня разрабатываются ЛЧМ радиолокаторы подповерхностного зондирования с центральными частотами 10 и 20 МГц с мощностью проводимого сигнала в импульсе до 700 Вт.

— Локаторы подповерхностного зондирования предназначены для анализа подповерхностных неоднородностей, имеющих различную диэлектрическую проницаемость, различную плотность, возможно нахождение пустот в грунте, — рассказал Владимир Абрамов. Он добавил, что создание радиолокаторов подповерхностного зондирования связано с рядом общих проблем — это значительный размер и масса дипольных антенн, необходимость удаления антенн от корпуса космического аппарата и сложные наземные эксперименты.

На заседании Совета РАН по космосу также были рассмотрены два проекта, разрабатываемые в рамках федеральной космической программы: «Кондор-ФКА» и «Обзор-Р». Оба спутника предназначены для мониторинга ледовой обстановки в Арктическом регионе, природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, оценки безопасности мореплавания и других вопросов. Запуск космического аппарата «Кондор-ФКА» запланирован на конец 2022 г., «Обзор-Р» — на июнь 2023 г.

Заведующий отделом ИКИ РАН Дмитрий Ермаков представил предложения по перспективным радарным и радиометрическим системам для российской орбитальной станции. Это четыре устройства: космическая радиотомография Земли, длинноволновой радиометр с пассивным синтезом апертуры, длинноволновой РСА с полным набором линейных поляризаций и СВЧ гиперспектрометр миллиметрового диапазона.

На Совете РАН по космосу также прозвучало предложение о создании Единой информационной космической системы мониторинга арктической зоны и опасных производственных объектов.

Материал предоставлен пресс-службой РАН
Фото: Андрей Луфт, портал «Научная Россия»

РУБЕЖНЫЙ ГОД

О том, как уральские регионы восстанавливались в 2021 году после пандемийного кризиса, рассказали ученые Института экономики УрО РАН на пресс-конференции в ИА ТАСС (Екатеринбург). По мнению экспертов, анализируемый период продемонстрировал баланс как позитивных, так негативных тенденций, но важнее, что уже в ближайшем будущем собранные данные будут служить ориентиром для оценки воздействия новых наложенных на Россию санкций.

Тренды в цифрах

В 2021 году в Уральском макрорегионе объемы промышленного производства увеличились на 7% по сравнению с предыдущим периодом, что оказалось больше общероссийских цифр (+5,3%). Впрочем, по отдельным отраслям показатели отличались. Добывающая промышленность выросла на 9%, обрабатывающая — на 2,8% (по стране в целом +4,8 и +5% соответственно). По словам заместителя директора ИЭ по научной работе члена-корреспондента Виктории Акбердиной, скромный рост обрабатывающих производств связан с тем, что в пандемийный 2020 год



в промышленном секторе (47,6%). Объем инвестиций в уральских регионах сократился в целом на 13,8%, что идет вразрез с общероссийским трендом (+7%). «Такое резкое снижение связано с завершением инвестиционных циклов и крупных

в уральских регионах в 2021 году дала руководитель центра социоэкономической динамики ИЭ доктор экономических наук Ольга Козлова. На большей части Урала, как и в России целом, продолжает сокращаться численность населения из-за низкой рождаемости и высокой смертности. Эта тенденция наиболее отчет-

ливо наблюдается с 2018 года, и пандемия ускорила этот процесс, приведя к избыточной смертности (т.е. выше ожидаемой). В 2021 году коэффициенты рождаемости и смертности в Уральском федеральном округе составили 10,5 и 15,7 соответственно (в расчете на тысячу человек (10,6 и 13,9 годом ранее)). Наиболее высокую смертность показали регионы, в которых значительна доля пожилого населения (>25%): Челябинская, Свердловская и Курганская области. Впрочем, три региона — Тюменская область, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа — все же продемонстрировали естественный прирост населения.

Благоприятные цифры за прошлый год показал рынок труда: во всех субъектах УрФО снизилась как реальная, так и регистрируемая безработица. Сокращению числа нетрудоустроенных могли поспособствовать рост неформальной занятости и самозанятости, а также меры государственной поддержки, направленные на сохранение рабочих мест и стимулирование найма. Самый высокий уровень реальной безработицы наблюдался в Курганской области (7,7%), а самый низкий — в ЯНАО (2,1%). В Свердловской области безработица сократилась почти в полтора раза (с 5,8% в 2020 году до 4,1% в 2021 году).

инвестпроектов в наших регионах. Например, в Тюменской области подошел к концу масштабный проект по созданию Тобольской промышленной площадки. В Свердловской области один из главных инвесторов, холдинг «РЖД», ранее уже выполнил все намеченные планы по обновлению магистралей и подвижного состава», — пояснила Акбердина. Количество предприятий малого и среднего бизнеса в регионах УрФО либо осталось на уровне предыдущего года, либо незначительно сократилось (на <1%). Численность работников таких организаций при этом уменьшилась на 4,4%. Внешнеторговый оборот федерального округа вырос в полтора раза по сравнению с 2020 годом.

Качество жизни

Оценку социальной и демографической ситуации



Номинальный среднедушевой доход населения в УрФО в 2021 году составил 39 736 рублей, превысив показатель предыдущего периода на 6,8%. Реальные доходы также увеличились, но не так сильно (+0,8%). В региональном разрезе отрицательная динамика по последнему индикатору наблюдается в Свердловской (-7,5%) и Курганской (-0,5%) областях. В то же время в субъектах округа отмечается длительная тенденция сокращения доли населения с доходами ниже прожиточного минимума. Например, в Свердловской области по итогам 2021 года такие доходы получали 367,9 тыс. человек или 8,6% населения (387 тыс. или 9% в 2020 году).

Ведущие промышленные регионы Урала, Свердловская и Челябинская области, в результате действия предшествовавших санкций серьезно дифференцировали портфель торговых партнеров, сместив вектор на азиатские страны. Если раньше, в структуре импорта преобладали Германия, Франция, США, Словения и Венгрия, то в 2021 году доля этих стран значительно сократилась. Их место заняли Китай, Тайвань, Филиппины, Южная Корея и другие азиатские государства. «В целом можно сказать, что к новым санкциям регионы подошли относительно устойчивыми, но на уровне отдельных предприятий, конечно, бывают крайне критические ситуации», — добавила Акбердина.

Поворотный момент

По словам Виктории Акбердиной, размах ожиданий экспертов касательно 2022 года самый большой в истории аналитики: от радикально панических до восторженно оптимистичных. Мониторинг же показал, что на Урале оснований для острой паники нет. «Во-первых, наши регионы и работающие на этих территориях промышленные предприятия накопили хороший опыт после санкций 2014–2015 годов. Во-вторых, произошли соответствующие изменения в экспортно-импортных структурах», — пояснила Акбердина. Так, после первой волны санкций единственным провальным для Уральского макрорегиона был 2016 год, все остальные 8 лет объемы производства и внешнеэкономической деятельности увеличивались.

По мнению директора ИЭ доктора экономических наук Юлии Лавриковой, сегодня стоит задача выработать новую модель экономики и найти возможности для поддержки как спроса, так и предложения. В первую очередь помощь, конечно, надо оказать слабозащищенным слоям населения: пенсионерам, многодетным семьям и людям, потерявшим работу. Надо не забывать, что снижение потребительской активности приводит к сокращению объемов производства и последующему росту безработицы. На уровне промышленного сектора необходимо провести анализ основных цепочек создания добавленной стоимости, выявив критические области и возникшие лакуны. «И здесь, безусловно, нужно сочетание экономической и финансовой политики, корреляция между ними, вплоть до возможности снижения процентной ставки по кредитам для вновь создаваемых производств, которые будут ликвидировать эти пробелы», — подчеркнула Юлия Георгиевна.

Павел КИЕВ

На фото: слева — В. Акбердина, справа — Ю. Лаврикова



Археологическое наследие: проблемы и перспективы

18 апреля — Международный день памятников и исторических мест (День всемирного наследия), установленный в 1983 году Ассамблеей Международного совета по вопросам охраны памятников и достопримечательных мест (ИКОМОС) при ЮНЕСКО. Девизом дня стали слова: «Сохраним нашу историческую родину». Особенно это актуально в нынешнем 2022 году, объявленном Годом культурного наследия народов России. Именно в этот день в Екатеринбурге прошла научно-практическая межрегиональная конференция «Археологическое наследие Урала и Севера Западной Сибири: итоги, проблемы изучения и сохранения».

В работе конференции в очном формате и онлайн приняли участие ведущие специалисты-археологи, руководители и сотрудники государственных региональных органов охраны объектов культурного наследия Уральского федерального округа (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Тюменская, Курганская, Свердловская, Челябинская области), а также соседних регионов — республики Башкортостан, Оренбургской области, Удмуртской республики, Новосибирской области, Москвы.

С приветственным словом к участникам обратились президент Научного комитета по управлению археологическим наследием, вице-президент национального комитета ИКОМОС член-корреспондент Л.А. Беляев, генеральный секретарь Научного комитета по управлению археологическим наследием НК ИКОМОС А.В. Энговатова, руководитель управления Министерства культуры по УрФО С.И. Исачкин, директор Института истории и археологии УрО РАН доктор исторических наук И.В. Побережников, вице-президент НК ИКОМОС, руководитель Свердловского регионального отделения НК ИКОМОС Л.И. Токменинова. С первых минут работы конференции поднимались вопросы, остро волнующие археологов и краеведов: создание фондов для хранения археологических коллекций, определение границ перспективных территорий для объектов культурного наследия и другие.

Участники конференции с большим интересом прослушали более десятка докладов, в которых были отражены различные аспекты сохранения, изучения, популяризации и использования археологического наследия разных регионов России и Урала.

Заместитель директора по научным вопросам Института археологии РАН кандидат исторических наук А.В. Энговатова в проблемном докладе «Археологическое наследие — зачем оно современной России» представила широту и много-

образие археологических исследований на территории РФ, динамику их роста и изменения состава (соотношение научных и хозяйственных разведок и раскопок) за последние десятилетия. Ася Викторовна также рассказала об актуальных изменениях в законодательстве РФ в сфере охраны объектов культурного наследия (археологического), которые приняты за последнее время либо находятся в стадии обсуждения и утверждения.

Член-корреспондент Л.А. Беляев в докладе «Познай самого себя, или зачем России археология Нового и



Новейшего времени» поделился своими представлениями о специфике и востребованности археологических исследований на территории Москвы и Подмосковья самого позднего хронологического периода — вплоть до середины XX века. Леонид Андреевич подчеркнул важность городских работ именно этого периода как основополагающих для формирования идентичности российских граждан.

В докладе И.Д. Зольникова (Институт геологии и минералогии СО РАН), А.А. Анойкина и А.В. Выборнова (Институт археологии и этнографии СО РАН) «Палеолитические объекты в бассейне Нижней Оби и проблемы сохранения археологического наследия» слушателям и участникам конференции были представлены результаты совместных научно-исследовательских работ на слабо изученном севере Уральского и Западносибирского регионов, где ученым удалось выявить несколько новых местонахождений плейстоценовой

фауны и палеолитических памятников.

В двух докладах сотрудников Научно-производственного центра по охране и использованию недвижимых объектов культурного наследия Республики Башкортостан были освещены впечатляющие результаты работы этого учреждения в деле изучения и сохранения археологического наследия Башкирии. Директор НПЦ Д.А. Гайнуллин наглядно и убедительно продемонстрировал результаты многолетней работы сотрудников центра с участием специалистов других научных

организаций (в том числе зарубежных) по сохранению микроклимата и древних палеолитических рисунков в пещере Шульган-Таш (Каповой) на реке Белой, созданию музейно-выставочного и туристического комплекса мирового уровня возле пещеры (фото в центре) и продвижению природного и исторического феномена Шульган-Таш для включения ее в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Данир Ахмадеевич пригласил слушателей на открытие музея Шульган-Таш летом этого года.

Сотрудник историко-археологического ландшафтного музея-заповедника «Ирендык» Р.Р. Насретдинов в сообщении «Оцифровка историко-культурных пространств» изложил результаты работ по обследованию археологических памятников, обширных земельных участков, скальных плоскостей и пещер дистанционными методами. Сплошное сканирование поверхности и создание цифровой модели местности позволили научно-



му коллективу выявить новые объекты там, где они не фиксировались в рельефе.

Начальник отдела археологии Научно-производственного центра по охране и использованию памятников истории и культуры Свердловской области А.В. Старков кратко рассказал об итогах работы его отдела по обследованию археологических памятников и земельных участков, подлежащих хозяйственному освоению в 2021 г.

Сотрудники инспекции государственной охраны объектов культурного наследия Оренбургской области В.М. Астафьев и М.В. Халыпин познакомили слушателей с историей археологии Оренбуржья, с проблемами и перспективами изучения и сохранения археологического наследия края, обозначив также проблемные вопросы разграбления памятников и нехватки сотрудников для мониторинга объектов археологического наследия.

Директор Гуманитарного института Курганского государственного университета, председатель Совета отделения Российского исторического общества в Курганской области, член Свердловского регионального отделения ИКОМОС, Россия, кандидат исторических наук Д.Н. Маслюженко представил наглядную картину успехов и проблем археологических исследований в исторической части г. Кургана. В своем докладе Денис Николаевич изложил результаты изучения исторического культурного слоя города Кургана, уже опубликованные в целом цикле статей.

Заведующий отделом истории, археологии, этнографии Пермского федерального

исследовательского центра УрО РАН, профессор ПГГПУ А.М. Белавин в докладе «Доступность археологических ОКН для населения, туризма и исследования в Пермском крае (на примере Рождественского комплекса)» предложил варианты решения сложной задачи вовлечения известного археологического комплекса в активную туристическую деятельность без ущерба для памятника.

В заключительном докладе конференции краевед А. Нескоров представил оригинальный проект создания историко-музейного комплекса на основе ряда историко-ландшафтных объектов в окрестностях города Тобольска (Тобольский кремль, Чувацкий мыс или Подчеваш, Абалак). Такой комплекс мог бы стать жемчужиной туристического маршрута по Иртышу.

Дискуссии по докладам и активное итоговое обсуждение показали важность подобной площадки для обсуждения вопросов, связанных с сохранением и изучением объектов археологического наследия на Урале и севере Западной Сибири, поэтому было принято решение о ежегодном проведении конференции.

Екатерина БУЛАКОВА,
научный сотрудник
ИИИА УрО РАН



Бонусы цифровизации

В Институте металлургии УрО РАН активно идут материаловедческие исследования, направленные на синтез новых материалов с улучшенными служебными свойствами. Один из трендов современного материаловедения — изучение многокомпонентных сплавов сложного химического состава, в которых четыре и более элемента смешиваются в близких пропорциях. Такой способ синтеза материалов все чаще приходит на смену классической парадигме, когда небольшое количество легирующих элементов добавляется к базовому одно- или двухкомпонентному сплаву. Важнейшая роль в этих исследованиях отводится искусственному интеллекту, методам машинного обучения, которые позволяют с высокой точностью прогнозировать и моделировать структуру и свойства будущих материалов за достаточно короткое время. О том, как цифровизация в ближайшее время изменит облик современной металлургии и материаловедения, мы поговорили с заместителем директора ИМЕТ УрО РАН, заведующим лабораторией неупорядоченных систем, доктором физико-математических наук Романом Рыльцевым.

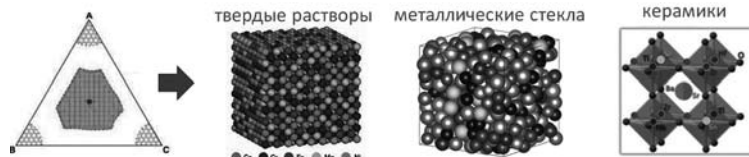
— Для решения каких материаловедческих задач применяются алгоритмы машинного обучения?

— Сегодня мы переживаем цифровую революцию, и следствие этого «бума» — активное внедрение искусственного интеллекта во все области жизни и, конечно же, в науку, в том числе и науку о материалах. Спектр приложений методов машинного обучения здесь очень широкий: от автоматического распознавания и обработки данных эксперимента (например, результатов микроскопии) до оптимизации технологических цепочек металлургических предприятий.

Одной из задач, в решении которой успешно используются методы машинного обучения, — задача предсказания структуры и свойств различных материалов — кристаллических, аморфных, нанокompозитных, если заданы их химический состав и значения термодинамических параметров (температуры, давления и т.д.). Наиболее точны и эффективны методы прогнозирования, основанные на прямых *ab initio* расчетах энергий и межатомных сил. Поясню: *ab initio* (лат. — «от начала») — обоснование какого-либо явления исходя из естественных законов природы без привлечения дополнительных эмпирических предположений или специальных моделей. *Ab initio* в физике — решение задачи с помощью уравнений квантовой механики.

Существуют различные *ab initio* методы предсказания структуры материалов. Например, широко распространены так называемые эволюционные алгоритмы, которые построены по аналогии с процессами эволюции, протекающими в живой природе. Идея заключается в генерировании некоторого числа начальных кристаллических структур и последовательном применении к ним различных искажений (мутаций) от поколения к

поколению. На каждом из поколений эффективность мутации оценивается путем расчета энергий полученных структур методами квантовой механики. Мы можем выбирать только «хорошие» мутации и полученные в их результате структуры передавать на следующий этап (поколение) для дальнейшего модифицирования. Таким образом, здесь действует базовый природный принцип «выживает сильнейший», когда сохраняется мутация, которая помогает организовать наилучшим образом при-



собраться к внешним условиям. Но эволюционные алгоритмы эффективны только для определенного круга задач и условий. Например, при низких температурах, когда основную роль в формировании структуры играет энергия системы (которую сравнительно легко посчитать), а энтропию (которую считать куда сложнее) можно не учитывать. Однако они плохо работают во многих практически важных случаях, например, если речь идет о системах, состоящих из очень большого числа компонентов или в случае неупорядоченных или частично неупорядоченных систем. А нас интересуют именно такие системы: объемно-аморфные металлические сплавы (металлические стекла), а также высокоэнтропийные многокомпонентные твердые растворы. Точно предсказать структуру таких материалов, например, с помощью эволюционных методов вряд ли получится. В этом случае нужно разрабатывать методы, позволяющие предсказать тенденцию формирования определенных структур. Поскольку высокоэнтропийные сплавы включают множество (иногда более десяти) компонентов, то количество возможных вариантов состава здесь огром-

но, и без предварительных прогностических расчетов не обойтись. Компьютерное моделирование помогает выяснить, какие химические элементы и в каком соотношении нужно взять, чтобы получить желаемый продукт.

— Как же предсказывать структуру и свойства сложных объектов?

— Можно исследовать структурную наследственность, связывающую высокотемпературные (неупорядоченные) и низкотемпературные (упорядоченные)

фазы вещества. Под структурной наследственностью понимается наличие «генетических» связей между структурами неупорядоченных и упорядоченных фаз. Изучение этих связей позволяет прогнозировать структуру и свойства материала в твердом состоянии по экспериментально измеряемым характеристикам его жидкого состояния (рентгеноструктурные данные, плотность, вязкость), а также по результатам атомистического моделирования. Нас интересуют металлические сплавы, следовательно, чтобы прогнозировать их структуру и свойства, нужно изучать жидкие металлы — расплавы. Более того, изучение



расплавов представляет и вполне самостоятельный интерес, поскольку плавление и последующая разливка металла — это один из этапов металлургического процесса и получения образцов для фундаментальных исследований. Поэтому изучение металлических расплавов — одна из ключевых тематик ИМЕТ УрО РАН.

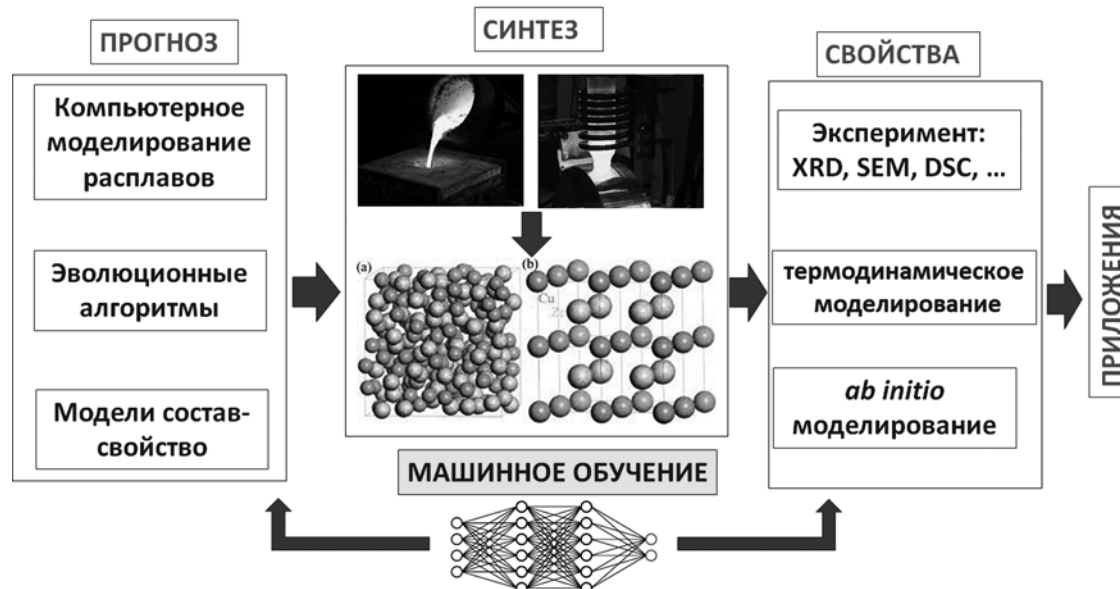
Принципиально иные идеи предсказания лежат в основе методов «черного ящика», когда модели машинного обучения используются для нахождения общих связей между структурой или желаемыми свойствами материала (например, прочность или стеклообразующая способность) и набором простых характеристик, которые можно либо легко вычислить для заданного состава или извлечь из экспериментальных данных (атомные радиусы, концентрация валентных электронов, термодинамические характеристики смешения и т.п.). Эти методы не так точны, как те, что основаны на принципах *ab initio*, но они позволяют локализовать об-

ласть поиска перспективных соединений. Так, например, быстро обработав с помощью таких методов 10 тысяч вариантов сплавов, можно выбрать из них десять перспективных и затем подробно изучить на предмет полезных свойств.

— Какими конкретно проблемами занимается вы и ваши сотрудники?

— Наша цель — синтез новых металлических сплавов, изучение их свойств и поиск возможных приложений. Основные объекты нашего исследования — многокомпонентные композиционно сложные металлические сплавы. Мы уже говорили о необходимости прогнозирования и теоретического описания свойств таких систем. Поэтому создание и совершенствование эффективных методов такого прогнозирования — одна из важнейших задач. И здесь мы активно используем методы машинного обучения. Помимо тех, о которых шла речь выше, я бы хотел выделить еще один метод, недавнее появление и развитие которого,

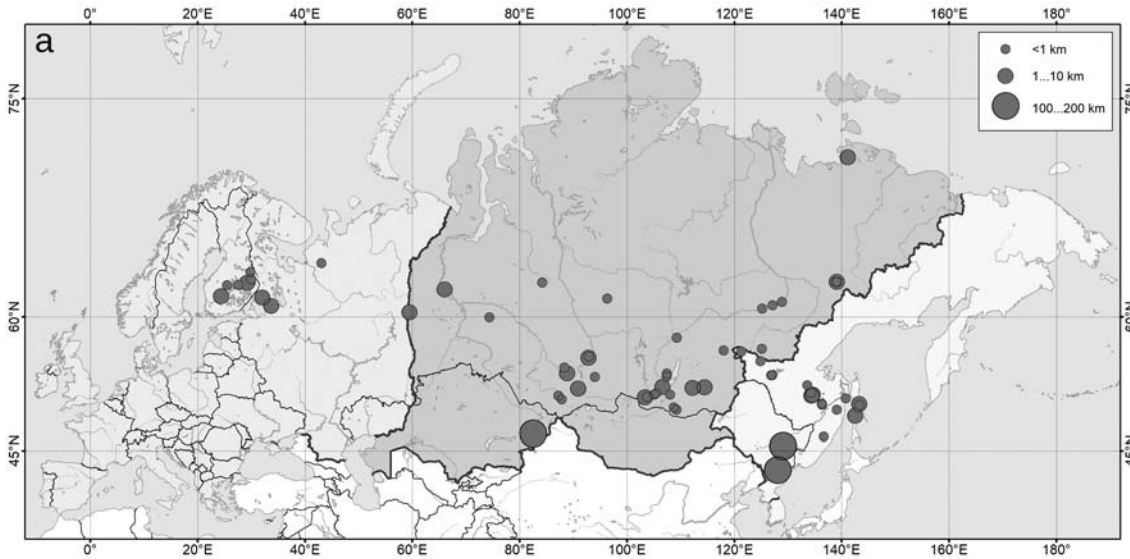
Окончание на с. 9



Без границ

Бабочка феноменальной редкости

Медведица Менетрие (*Arctia menetriesii*) — чрезвычайно редко встречающийся вид бабочек, обитающий в малонарушенных таежных и горных хвойных лесах Евразии. Международная группа ученых-энтомологов создала базу данных, которая поможет в выявлении факторов, определяющих на исключительную редкость и уникальность этого вида чешуекрылых. Описание этой базы опубликовано в высокорейтинговом научном журнале *Scientific Data*, входящем в группу *Nature Portfolio*.



Arctia menetriesii была описана русским энтомологом Эдуардом Эверсманом в 1846 году по единственному экземпляру, найденному в горах на северо-востоке Казахстана. Бабочку назвали в честь Эдуарда Менетрие — русского ученого французского происхождения, одного из основоположников отечественной энтомологии.

Как отмечает руководитель международной научной группы, директор Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения РАН (Архангельск), член-корреспондент Иван Болотов, ключевая особенность медведицы Менетрие — весьма обширный ареал наряду с исключительной редкостью. Она распространена в нетронутых человеком лесах почти по всей Северной Евразии — от Финляндии до Сахалина, однако встретить ее можно крайне редко и фактически случайно: она словно избегает человека.

По оценкам энтомологов Лавровского центра и Северного (Арктического) федерального университета (Архангельск), повторно этот вид встречается в точках, где его когда-либо фиксировали, примерно раз в 50–100 лет. У науки пока нет четких ответов на вопрос, с чем может быть связан такой феномен, но ученые пытаются разга-

дать эту загадку.

С момента открытия и описания *Arctia menetriesii* в горной местности северо-восточного Казахстана энтомологи этот вид здесь больше не встречали. В Финляндии ареал медведицы находится в приграничных с Россией районах в радиусе около 50 км, где сохранились исконные леса. Именно в финской тайге в 1913 году произошла вторая в истории наблюдений встреча с редчайшей бабочкой. За весь период наблюдений в Финляндии было сделано семь находок, в России — около 70. Также известно о трех находках на горных хребтах северо-восточного Китая.

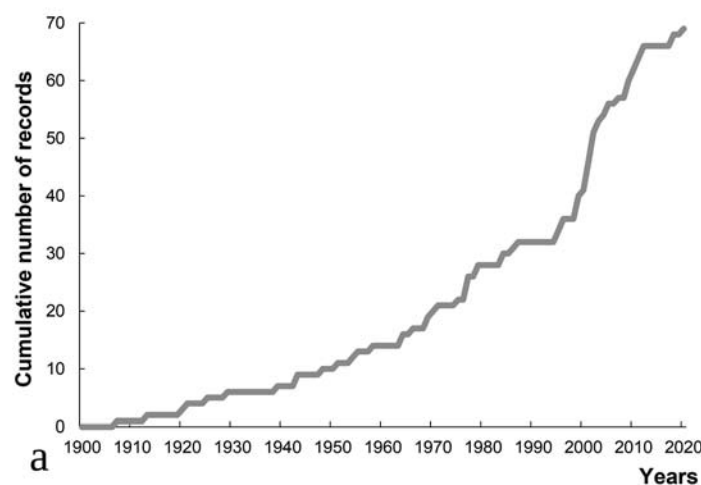
Подавляющее число образцов было собрано специалистами, поэтому для формирования информационной базы о бабочке ученые привлекли коллекционеров. Главная идея заключалась в том, чтобы собрать все имеющиеся данные о находках этого вида за всю историю наблюдений, начиная с 1846 года.

Предполагается, что не более 10–15 % находок, включая коллекции в Китае, могли остаться неохваченными. Созданная информационная база включает данные о 78 собранных образцах.

— Мы считаем, что эти данные послужат основой для математического моделирования, которое бы ответило на вопросы о причинах

чрезвычайной редкости этого вида. За рубежом ее называют мистической и легендарной бабочкой. Все ее встречи с человеком случайны. Среди коллекционеров бабочек есть поверье, что это что-то вроде синей птицы: нашедшему ее человеку будет сопутствовать удача, — рассказывает Иван Болотов.

Он сам — один из немногих энтомологов, кому повезло поймать медведицу Менетрие. Это произошло в Пинежском заповеднике (восточная часть Архангельской области) в 2005 году. По словам ученого, бабочка никогда не встречалась в



соседних лесах Республики Коми, а вот восточнее, на неосвоенных территориях Северного Урала, ее фиксировали. Коллега и соавтор Ивана Болотова, научный сотрудник Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН Евгений Кошкин, около 30 лет охотился на медведицу Менетрие в труднодоступных районах Хабаровского края и все-таки добился результата.

Внешне *Arctia menetriesii* сильно отличается от родственных видов. У нее броская окраска — оранжевый фон с рисунками из черных полос и красных пятен. Теоретически медведица Менетрие является несъедобной для птиц: яркий внешний вид должен настораживать и отпугивать пернатых и прочих охотников, поскольку напоминает окраску осы. Но пока у ученых нет абсолютной ясности, как эволюционировала бабочка, какие факторы повлияли на ее окраску. Еще одно любопытное отличие таежной крылатой медведицы: все ее родственники активны по ночам, а этот вид — по вечерам, до наступления сумерек. Большинство находок были сделаны вблизи рек, ручьев и озер — бабочка по какой-то причине явно тяготеет к водным объектам.

В настоящий момент основная часть видов насекомых считается редкими, к массовым относится лишь

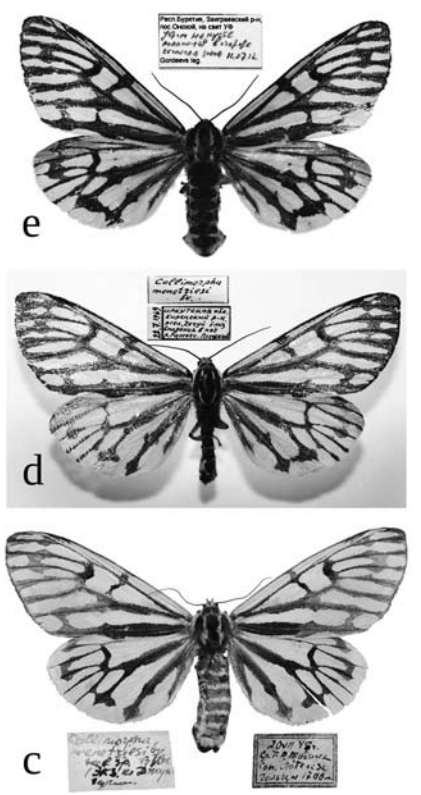
небольшое количество видов. Ученые намерены использовать медведицу Менетрие в качестве модельного таксона, который поможет вскрыть механизмы, определяющие сверхредкость большого количества видов бабочек.

— Антропогенная нагрузка на природную среду постоянно растет, разрушаются природные экосистемы. Ученые уже говорят об «апокалипсисе» в среде насекомых. Факты свидетельствуют о том, что биомасса насекомых за последние 50 лет сократилась в 2–3 раза во многих точках планеты. А насекомые играют важнейшую роль в экосистемах — это и корм для птиц, рыб и животных, и опылители растений, и разрушители органики, и многое другое. Так или иначе человечество во многом зависит от насекомых, которые начали катастрофически вымирать. Этого нельзя допустить. Поэтому редко встречающиеся виды насекомых требуют особо пристального внимания, — резюмирует Иван Болотов.

Вадим РЫКУСОВ,
пресс-служба ФИЦКИА
УрО РАН

Вверху: карта находок медведицы Менетрие и фотографии некоторых мест сбора этой бабочки. Размер кружков указывает на возможную погрешность географической привязки места сбора бабочек.

Внизу — график накопленных частот по числу находок медведицы Менетрие по годам. Также показаны и фотографии коллекционных образцов этого вида, включая бабочку из коллекции Эдуарда Эверсмана (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург), по которой вид был описан в 1846 году.



АНТАРКТИКА МАКРО И МИКРО

Крайний юг, как и крайний север Земли — уникальная, труднодоступная и крайне важная территория в геополитическом и научном плане. Каждый визит туда, связанный с огромными сложностями, требующий высокого профессионализма и смелости, расширяет горизонты познания, дает новый материал для исследований и неизгладимые впечатления. С октября 2019 по апрель 2020 г. научный сотрудник Института экологии и генетики микроорганизмов Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН кандидат биологических наук Дмитрий Шаравин, находясь на борту научно-экспедиционного судна (НЭС) «Академик Трешников», принял участие в сезонной работе 65-й Российской антарктической экспедиции (65 РАЭ), длившейся более 180 суток, из них около 80 непосредственно в Антарктике. С тех пор прошло два года, и ценность полученных научных результатов только возросла, а познавательный аспект столь масштабной экспедиции будет актуален всегда. Предлагаем вниманию читателей ее обзор, подготовленный Дмитрием Шаравиным.

Корабль, маршрут и задачи

«Академик Трешников» — судно ледового класса ЛУ7. Имеет водоизмещение более 16 тыс. тонн, длину 133 м, ширину 23 м, осадку 8,5 м. На борту размещены два вертолета Ка-32С. Используется совместно с НЭС «Академик Федоров» для смены экспедиционного состава антарктических станций, доставки грузов и исследовательской деятельности в высоких широтах.

Судно отошло из Санкт-Петербурга 24 октября 2019 г. По пути следования зашли в немецкий порт Бремерхафен и г. Кейптаун, ЮАР. С начала декабря находились непосредственно в Антарктике. Первая станция — «Прогресс», Холмы Ларсеманн. Далее была станция «Мирный», после нее — полевая база «Оазис Бангера», потом — законсервированная станция «Ленинградская». Для пополнения запасов и посадки-высадки части плавсостава вышли из Антарктики, посетив г. Крайстчёрч, Н. Зеландия. Следующая точка нашего маршрута — самая южная часть Мирового океана — Китовая бухта, море Росса, район о. Рузвельт. После чего последовала длительная работа на м. Бёркс, где началась расконсервация станции «Русская». Затем была станция «Беллингаузен», о. Короля Георга. Покинув ее, взяли курс на

север, зашли в Уругвай. Прибытие обратно в Санкт-Петербург — 20 апреля 2020 г. В целом получилось кругосветное путешествие.

Задачами нашей маленькой группы микробиологиче-



ского мониторинга полярных регионов в рамках 65-й РАЭ (кроме меня в нее входил доцент Санкт-Петербургского ветеринарного госуниверситета Д. Орехов) были сбор образцов снега, грунта, воды открытых водоемов, биообрастаний горных пород, конструкций и сооружений полярных станций, орнитогенных биосубстратов с целью определения структуры микробных сообществ, выявления потенциально патогенных автохтонных микроорганизмов и микроорганизмов-интродуцентов, изучение



микробных сообществ снега и растительно-микробных ассоциаций, включающих психрофильных метилотрофных прокариот. Психрофильные (постоянно живущие при температурах, близких к 0°C) микроорганизмы населяют полярные регионы, районы многолетней мерзлоты, высокогорья и толщу океанов. Такие условия оказывают значи-

тельные техногенные очаги в местах расположения полярных станций. Большую опасность может представлять также возвращение в экосистемы палеомикроорганизмов в ходе таяния ледников или вечной мерзлоты. Изучение бактерий таких экстремальных сред весьма перспективно для биотехнологического и медицинского применения.

линия сильно изрезана, есть глубоко вдающиеся фьорды, большое количество скалистых островов. На территории оазиса многочисленны пресные озера с глубинами 10–15 м. Относительно мягкий микроклимат и наличие пресной воды летом создают благоприятные условия для развития форм жизни, характерных для Антарктики. Здесь гнездятся снежные буревестники, качурки Вильсона и южнополярные поморники, а недалеко от берега имеются залежки тюленей Уэдделла. Встречаются многочисленные покровы мхов, лишайников и цианобактерий.

На территории оазиса кроме российского «Прогресса» действуют круглогодичные станции «Жонгшан» (Китай), «Бхарати» (Индия), а также австралийская сезонная полевая база «Лоу».

Остров Хасуэлл и станция «Мирный»

Станция «Мирный» расположена на берегу моря Дейвиса на небольшом выступе полуострова. Высота ее над уровнем моря составляет 35 м, сооружения размещены на четырех выходах скальных пород. Берег представляет собой снежно-ледяной барьер высотой 15–20 м. В море вблизи полуострова расположена группа скалистых островов Хасуэлл.

Характер погоды здесь определяется частыми метелями, особенно зимой, а также сильными стоковыми ветрами. Опасность для людей представляют лед материкового барьера, ледниковые трещины и сильные прибрежные ветра. «Мирный» — первая советская антарктическая станция, основанная в 1956 г. Одной из ее важных функций было обеспечение жизнедеятельности станции «Восток» с помощью наземного санно-гусеничного транспорта. В настоящее время в связи с разрастанием зоны трещин санно-гусеничные походы на «Восток» организуются со станции «Прогресс».

Остров Хасуэлл находится вблизи полуострова

Окончание на с. 11



Нарушить легко, поправить трудно

Сотрудники Института экологии растений и животных УрО РАН доктор биологических наук Евгений Бельский (лаборатория экотоксикологии популяций и сообществ) и Андрей Ляхов (лаборатория экологии птиц и наземных беспозвоночных) многие годы исследуют обширные зоны поражения экосистем вблизи Среднеуральского и Карабашского медеплавильных заводов. В последние десятилетия благодаря модернизации заводов промышленные выбросы сократились, и теперь можно выявить закономерности естественного восстановления экосистем. По результатам 30-летнего ежегодного мониторинга за гнездованием мухоловки-пеструшки на загрязненных и контрольных участках в районе воздействия атмосферных выбросов Среднеуральского медеплавильного завода уральские ученые опубликовали статью в ведущем международном журнале "Environmental Pollution". Об этой работе «НУ» рассказал Евгений Анатольевич Бельский.

— Валовые выбросы в атмосферу Среднеуральского медеплавильного завода к настоящему времени снизились в 50 раз по сравнению с концом 1980-х годов, что заметно даже невооруженным глазом (на фото). Сокращение промышленного загрязнения должно приводить к росту обилия популяций и улучшению репродуктивных показателей. Однако скорость восстановления различается у разных растений и животных (например, быстрее всех вновь заселяют территории вблизи промышленных предприятий лишайники), поэтому важно охватить исследованиями максимально широкий набор видов. На протяжении 30 лет мы ежегодно регистрировали популяционные параметры мухоловки-пеструшки — представителя мелких воробьиных птиц. Этот вид охотно заселяет искусственные гнездовья (синичники), что делает его удобным объектом популяционных исследований. Еще одно преимущество мухоловки-пеструшки по сравнению с другими видами связано с тем, что в период гнездования эти птицы занимают небольшую территорию (менее 1 га), поэтому подвержены воздействию локальных природных и антропогенных факторов. Мы фиксировали сроки гнездования, количество откладываемых яиц и слетков, т.е. вылетающих из гнезд птенцов (рис. 2). Количество слетков на гнездо — это итоговый репродуктивный показатель, позволяющий ответить на вопрос, способна ли локальная группировка птиц воспроизводить себя или существует за счет притока особей с других территорий.

Мы развесили синичники на участках леса с раз-

ным уровнем загрязнения: в зоне сильного загрязнения (1–2 км от завода), умеренного (4–6 км, окрестности деревни Хомутовка) и на незагрязненной (контрольной) территории (16–27 км, окрестности поселка Дружинино). Выяснилось, что на загрязненных участках мухоловки-пеструшки приступают к гнездованию позже, чем на контрольных,



откладывают меньше яиц и выкармливают меньше птенцов. За 30 лет гнездование мухоловок-пеструшек сдвинулось на более ранние сроки на всех участках, скорее всего, из-за потепления климата. Но главный вывод заключается в том, что на протяжении всего периода наблюдений количество яиц и слетков в зоне сильного загрязнения возрастало, особенно после 2010 года, когда промышленные выбросы резко сократились. Однако репродуктивные показатели птиц вблизи завода пока не достигли контрольного уровня.

Еще один результат работы — сравнение смертности потомства на двух стадиях — насиживания яиц и выкармливания птенцов. Встречаются яйца, из которых птенцы не вылу-



после прекращения выбросов может растянуться на многие десятилетия. Ведь для этого необходимо не только снижение собственно загрязнения, но и восстановление местообитаний, в том числе растительного покрова и беспозвоночных животных, которыми питаются птицы.

Добавлю, что хотя птицы-дуплогнезники — удобный объект для популяционных исследований, восстановление их репродукции в условиях сокращения промышленных выбросов практически не изучено. Известно, что параллельно с нами этой тематикой занимаются финские ученые из Университета Турку, работающие вблизи медно-никелевого завода в Харьявалте, одно-

типного с СУМЗ по компонентам выбросов. Там уже в 1990-х гг. началось сокращение промышленных выбросов, и финны отметили медленное восстановление репродуктивных показателей птиц. В нашем районе выбросы начали существенно сокращаться с 2010 г., позже, чем в Финляндии, и результаты в общем схожие. Финские ученые опубликовали свои данные в 2015 г. по результатам 23 лет наблюдений (1991–2013). Наш ряд более длинный, 33 года (1989–2021), однако о полном восстановлении воспроизводства птиц вблизи СУМЗ говорить пока рано. Планируем продолжить наблюдения.

Подготовила
Е. ПОНИЗОВКИНА



Нанокompозитные покрытия: новый метод синтеза

Ученые Института электрофизики УрО РАН и Уральского федерального университета разработали метод синтеза четырехкомпонентных нанокompозитных покрытий. Новый подход не требует высоких температур, дополнительных установок или материалов, а также позволяет получать покрытия с необходимыми характеристиками. Результаты экспериментов и описание метода опубликованы в журнале *Membranes*. Исследование поддержал Российский научный фонд.

Нанокompозитные покрытия на основе титана, кремния, углерода и азота начали производить относительно недавно, около двадцати лет назад. Их используют для защиты газотурбинных двигателей в авиа- и машиностроении, для металлообработки, а также в биомедицине. Такие покрытия перспективны в качестве защитных благодаря уникальному набору свойств. Высокая термостойкость и стойкость к окислению позволяют применять их в экстремальных условиях в агрессивных средах, например, на деталях авиационных или ракетных двигателей. Благодаря антифрикционным свойствам, высокой твердости и хорошей ударной вязкости их можно использовать при создании режущих инструментов (резцы, сверла, фрезы и т.п.). Высокая стойкость к пылевой эрозии дает возможность применять покрытие для защиты лопаток газотурбинных двигателей. Они также обладают хоро-

шей биосовместимостью и применимы для покрытия медицинских протезов и имплантатов.

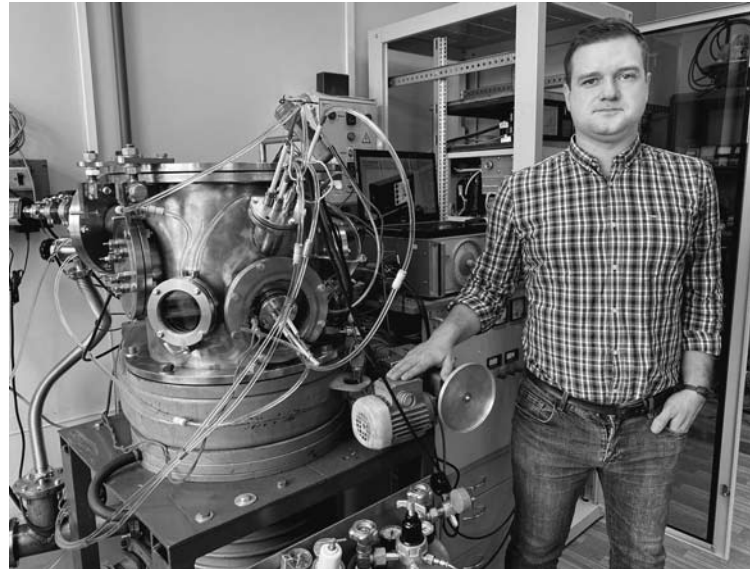
Сегодня такие четырехкомпонентные покрытия синтезируют с помощью ряда физических и химических методов, однако у каждого из них свои недостатки. Уральские ученые предложили метод плазмохимического разложения, который показал лучшие результаты в получении конечных покрытий.

— В сравнении с вакуумно-дуговым методом преимуществом является отсутствие микрокапель, ухудшающих качество покрытий. В отличие от магнетронного распыления, наш метод обеспечивает более высокие скорости осаждения, высокую плотность потока ионов, необходимую для формирования плотных и качественных покрытий. Если сравнивать с химическим методом, то преимущество состоит в использовании безопасных с точки зрения экологии и вреда здоровью,

доступных и недорогих компонентов. Главным достоинством метода, на наш взгляд, является возможность независимо и в широких пределах управлять практически всеми условиями синтеза, а следовательно, составом и свойствами получаемых покрытий, что дает возможность получать пленки с требуемыми характеристиками, — рассказывает Андрей Меньшаков.

Новый метод относительно прост в реализации: для создания многокомпонентной активной среды используется только газоразрядное устройство с полым катодом и активным анодом. Такой способ осаждения не требует отдельных установок и систем ионизации и фильтрации, поскольку поток испаряемого металла не содержит капель, нарушающих структуру покрытия.

— Нанокompозитная структура такого покрытия в общем случае представляет собой аморфную матрицу с внедренными в нее нанокристаллами. Для



получения многокомпонентных нанокompозитных покрытий мы применяем кремнийорганические прекурсоры — летучие малотоксичные жидкости, содержащие связи «кремний — углерод» и «кремний — азот», участвующие в реакциях, приводящих к образованию конечной структуры. Для синтеза нанокристаллической фазы, состоящей из кристаллов «титан — азот», «титан — углерод» или «титан — углерод — азот», в газовую среду прекурсора мы добавляем титан путем его испарения электронным потоком из плазмы. Таким образом мы создаем активную парогазовую среду, состоящую из продуктов разложения кремнийорганических молекул и паров титана. Из компонентов этой смеси на обрабатываемой

поверхности и формируется покрытие, — объясняет Андрей Меньшаков.

Применение нового метода может повысить энергетическую эффективность существующих установок, а также качество получаемых пленок. При определении конкретных требований к получению покрытий, например, на медицинских изделиях или режущем инструменте, необходимо индивидуально подбирать условия синтеза. Сейчас ученые работают именно над решением задачи синтеза покрытий с требуемыми механическими и физико-химическими свойствами.

**По материалам пресс-службы УрФУ
Анна МАРИНОВИЧ
На фото —
Андрей Меньшаков в лаборатории ИЭФ УрО РАН**

Бонусы цифровизации

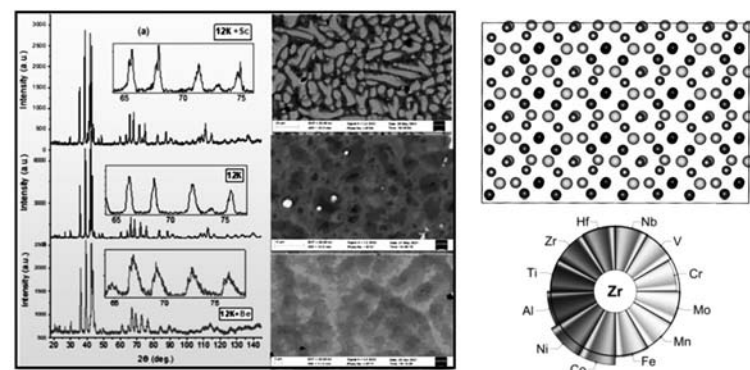
Окончание. Начало на с. 5
на мой взгляд, стало одним из главных достижений в науках о материалах за последние десять лет. Это методы компьютерного моделирования, основанные на использовании межчастичных потенциалов машинного обучения. Мы как раз и занимаемся созданием таких потенциалов и используем их для моделирования структуры и свойств изучаемых сплавов.

— Что это за потенциалы и как они применяются?

— Ключевая задача атомистического моделирования (то есть исследования материалов, основанного на анализе движения отдельных атомов и молекул) — вычисление сил, с которыми атомы действуют друг на друга. Главный вопрос — где взять эти силы? С математической точки зрения речь идет о задаче вычисления так называемой поверхности потенциальной энергии, то есть потенциальной энергии системы как функции атомных координат.

Это чрезвычайно сложная функция, зависящая от большого числа переменных (координат каждого атома в системе). Самые точные и строгие методы ее вычисления основаны на решении уравнений квантовой механики (*ab initio* методы, о которых уже говорили выше). Однако такие методы позволяют изучать системы, состоящие всего лишь из сотен частиц на временах порядка не более наносекунд, а этого недостаточно для многих практически важных задач. С другой стороны, существуют методы классической молекулярной динамики, когда не берется во внимание электронная структура, а атомы рассматриваются как точки, взаимодействующие посредством некоторых простых модельных функций — потенциалов. Такие методы позволяют изучать системы из 10^6 – 10^9 атомов на временах вплоть до микросекунд. Однако точность классического моделирования очень сильно ограничена тем, что модельные потенциалы

лишь приближенно (и иногда слишком грубо) описывают сложный характер межатомного взаимодействия в реальных системах. В последние годы появился подход к решению этой проблемы — использование потенциалов машинного обучения (MLIP — machine learning interatomic potentials). Такие потенциалы выбираются в виде каких-то очень общих и гибких математических функций (например, нейронных сетей) и поэтому могут очень эффективно и точно приближать поверхность потенциальной энергии изучаемой системы. Параметры таких функций (а их могут быть сотни тысяч) оптимизируются на основе данных *ab initio* расчетов. В этом и заключается процесс так называемой тренировки потенциалов, и для этого используются алгоритмы машинного обучения (отсюда и название MLIP). Моделирование с помощью MLIP позволяет достигнуть точности, близкой к точности расчетов *ab initio* при меньших на 3–4 порядка



вычислительных затратах. Этот подход сейчас развиваем и мы, разрабатывая эффективные методы создания MLIP и применяя их к исследованию многокомпонентных металлических сплавов. Одно из направлений использования MLIP, в котором мы работаем, — расчет характеристик атомного транспорта в металлических расплавах, таких как вязкость и коэффициенты диффузии. Насколько мне известно, мы единственные в мире, кто начинает этим активно заниматься. Это абсолютно новое поисковое направление и здесь, конечно, еще предстоит решить очень много методических проблем. В нынешнем году мы получили грант РНФ на проведение этих исследований, и, надеюсь, после их за-

вершения ответы на многие вопросы будут получены.

**Беседовала
Е. ПОНИЗОВКИНА
Рис. на с. 5
в центре — переход к композиционному сложному многокомпонентным сплавам — один из трендов современного материаловедения, рис. внизу — общая схема синтеза и исследования новых материалов с использованием методов машинного обучения.**

Рис. на этой с. — структура недавно синтезированных высокоэнтропийных фаз Лавеса, полученная экспериментальными (слева) и вычислительными методами (справа)

77 лет Победе

Моя война в Байкалове

Из воспоминаний главного научного сотрудника ИФМ,
доктора физико-математических наук

Валентина Евстигнеевича Найша (1935–2003)

Непосредственного участия в Великой Отечественной войне по малолетству я принимать не мог, да в наших краях и никаких военных действий не велось. Но война коснулась, задела всех живущих в стране, и даже очень больно задела, и меня тоже.

Я родился в декабре 1935 г. и вырос в селе Байкалово Свердловской области (65 км за Ирбитом). Район этот сугубо сельскохозяйственный, там нет ни шахт, ни заводов, ни гор, ни полезных ископаемых. А земля превосходная — высококачественный чернозем. Байкалово издавна было хлебной житницей, давало богатые урожаи твердой пшеницы, ячменя, ржи.

Много написано о знаменитой до революции Ирбитской ярмарке. Но почти никому не известно, что у этой ярмарки был филиал в селе Байкалово, где шла торговля скотом и лошадьми. Район Байкалова с давних времен славился племенным коневодством. В Байкалове существовал хорошо оборудованный ипподром, на котором регулярно проводились бега. Такие традиции сохранялись какое-то время и при советской власти. Байкаловская ярмарка, как и Ирбитская, тоже просуществовала до 1929 года. А последние бега на ипподроме состоялись 22 июня 1941 года.

Я хотя и был еще маленьким, но присутствовал тогда на бегах и немного помню этот день. Было воскресенье и праздник бегов. А потом через громкоговорители прямо на ипподроме народу сообщили трагическую новость о войне. Постепенно народ стал расходиться по домам, ушли домой и мы. В то время к нам в дом еще не было проведено радио, оно было только у нашего соседа Ивана Ивановича, и потому все постепенно собрались под окнами его дома, на травке, а Иван Иванович выставил на окно свою тарелку-диффузор. Прозвучало обращение Молотова. А через десять дней все слушали там же речь Сталина.

В нашей семье было 12 детей (моих братьев и сестер), я самый младший.

Мой брат Дмитрий служил в армии еще перед войной — сначала на Дальнем Востоке, а после начала войны оказался в боях под Одессой. Ему относительно повезло — он был дважды легко ранен, остался в живых, но до конца жизни сказывалась перенесенная им в Сталинградской битве контузия. Второй брат, Викторин, был мобилизован и отправлен на фронт уже в конце 1943 года (когда ему исполнилось 16 лет!). Он прошел с боями от Донбасса до Берлина и расписался на Рейхстаге, ранений избежал.

Отца по возрасту на фронт уже не взяли. Ему довелось воевать еще в Первую мировую, где он получил ранение в голову и попал под газовую атаку немцев. Это отравление сказывалось на здоровье до самой его смерти. Однако косвенной жертвой Великой Отечественной войны стал и мой отец. В начале 1943 г. на почве незначительного повреждения на лице у него возникло общее заражение крови, и в байкаловской больнице не смогли его спасти. Он умер 18 февраля 1943 г. Дело было вовсе не в квалификации врачей, просто в больнице не было крови для общего переливания, всю имеющуюся кровь полагалось отправлять в Ирбит, где было развернуто три военных госпиталя для раненых с фронта. Если бы не эти обстоятельства, отца можно было бы спасти. Так моей первой огромной потерей из-за войны стал мой отец.

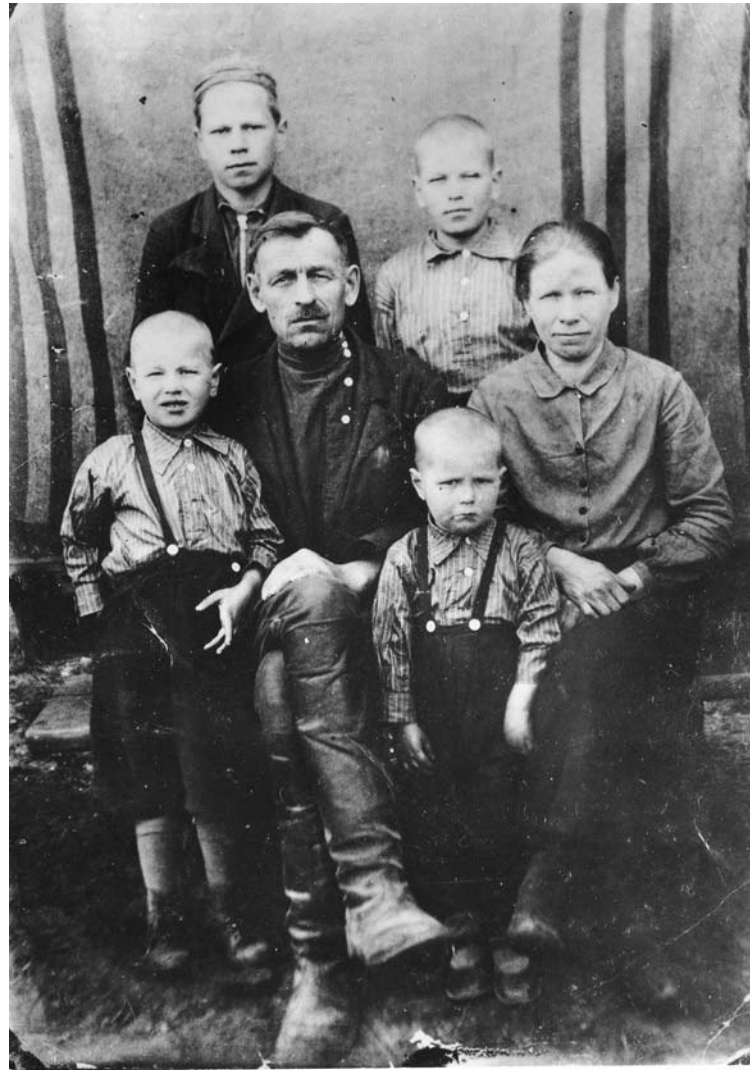
Отец застал только самое начало войны, очень переживал: «В ту войну, (тогда говорили «в первую германскую») не вернулись 63 байкаловца, а тут за полтора года счет уже перевалил за сотню». Подлинного масштаба войны ему узнать уже не привелось. С нами, еще не выросшими, мать осталась одна (ей было уже за 50) — измученная крестьянским трудом, с больным сердцем, потерявшая в 1930-е годы взрослых сына и дочь, а теперь еще и мужа. Нет слов, чтобы описать ее страдания и лишения в то время, тем более что до конца войны на фронте оставался еще один сын, и

сердце ее болело за него ежедневно.

Пожалуй, самое сильное мое воспоминание — это голод. Помню, что сокровенной мечтой было досыта наесться хлеба. О других яствах мы тогда понятия не имели. Мы не видели самого обыкновенного яблока, не было вообще ничего сладкого.

Помню, как с братиком (старше меня на три года) весной мы лазили в подпол, куда с осени засыпали картошку с огорода, обшаривали все уголки и выискивали закотившиеся крохотные картофелинки-горох, а потом съедали их сырыми прямо там же, в темноте подпола — так хотелось есть. Варили лебеду и крапиву, ели на лугах дикую морковку и другие корни, по весне собирали па полях перемерзшую за зиму прошлогоднюю картошку (в полужидком состоянии внутри кожур) и пекли из этого серо-фиолетового месива какие-то лепешечки на сковородке (конечно, без масла, его не было). Ели все, что только можно было съесть. В военные годы у нас была корова, но она почему-то давала мало молока, а тогда свирепствовал закон об обязательном для всех сельских жителей сельхозналоге: все должны были ежемесячно сдавать государству столько-то молока, мяса, шерсти. Мы, дети, ежедневно относили на сдаточный пункт бидон с молоком (около 2-х литров). Овец у нас никогда не было, но шерсть сдавать мы все равно были обязаны. Никого не интересовало, где мы ее возьмем.

Конечно, очень жестоко было отнимать последнее у нас, но, может быть, благодаря этому страна выстояла и победила врага — не только солдаты, но и вся страна, даже дети, даже я. К концу войны у нас (да и у других тоже) накопились большие недоимки по сельхозналогу, так что в начале 1946 г. с нашего двора увели корову в счет недоимок. Война кончилась, но наши бедствия не прекратились. 1946, 1947, 1948-й годы были ничуть не легче. Сельхозналог был отменен только в сентябре 1953 г. Н.С. Хрущевым, я до



сих пор считаю это главной его заслугой.

Содержать корову в войну было непросто. Наша семья не была в колхозе, своего покоса иметь не полагалось. Мать ходила по лесным закоулкам и болотцам и контрабандно косила траву, а мы с братиком впрягались в имевшуюся у нас простую крестьянскую ручную тележку с оглоблями и тележными колесами и возили из леса домой накошенную траву, чтобы заготовить во дворе хоть сколько-то сена на зиму. Сколько мы с этой тележкой натаскались! Дрова заготавливали примерно так же. И как нам не хватало отца тогда и потом, мы все видели его во снах живым и вернувшимся, да я и сейчас вижу...

Еще одно настойчивое воспоминание — домашняя ручная мельница, точнее ручные жернова, на которых мы вручную мололи зерно. Они были деревянными, но тяжелыми. Молоть приходилось очень долго, и я изнемогал от усталости. Как у Н.А. Некрасова: «Хоть умри, проклятое вертится, хоть умри — гудит, гудит, гудит...»

Сколько написано в книгах и показано в фильмах о войне, боях, солдатах! Но как жил в это время народ в тылу, особенно в сельской местности? Жуть! Каменный век, средневековье... Война — это не только разрывы снарядов, рев танков и самолетов,

это еще и голод, адская жизнь в тылу, страдания всего народа, женщин, стариков и детей. Бедность была ужасающей, примитивность во всем — очень тяжелая жизнь годами. И голод, голод, голод. Вот что такое была моя война...

Окружающее население было в основном неграмотным. Наша семья составляла исключение. Отец имел три класса церковно-приходской школы, но хорошо читал и писал, мать прошла только один класс. Но старшие братья и сестры были уже грамотные, на уровне пяти-шести классов. В доме у нас водились книги, а стены в избе оклеены газетами. И мы научились читать очень рано (я — до 5 лет). В доме имелся даже хороший большеформатный географический атлас 1941 г. издания, в котором даже я свободно ориентировался в свои 7–8 лет. И мы тщательно прослеживали по этому атласу весь ход войны, движение фронтов, отмечали сданные или взятые города. И даже просвещали неграмотных соседей, объясняли им суть дела.

Я пошел в школу осенью 1943 г. В 1–2 классах у нас уже было военное дело, где мы изучали винтовку, гранату, мины, даже отравляющие вещества (помню их с тех пор наизусть: иприт, люизит, фосген, дифосген, синильная кислота). И самые элементарные слова по-немецки знали уже в

Экспедиции

АНТАРКТИКА
МАКРО И МИКРО

начальных классах, а также знаки различия на военных формах, советских и немецких.

Вместе с байкаловцами страдали и бедствовали жившие среди нас семьи финнов, которых у нас было довольно много. Ведь в 1939–1940 годах была еще и непродолжительная финская война. В результате этой войны финское население (крестьяне) с захваченных территорий было интернировано и выслано в глубь страны, часть их оказалась и в Байкалове. В начальных классах я учился вместе с финскими детьми, которые постепенно овладевали русским языком. Отношения с ними были вполне дружественными. Помню своего друга и соседа Айто Айтонена, с которым вместе ходили в школу и бегали на улице. После войны финны неоднократно и настойчиво просили власти разрешить им выезд в Финляндию, но им отказывали. И лишь в 1955 г. Хрущев дал такое разрешение, и они уехали... Некоторые из них до сих пор переписываются со своими байкаловскими друзьями и подругами. Были в Байкалове также эвакуированные из захваченных немцами районов Западной Украины и Западной Белоруссии, с ними тоже население должно было чем-то делиться — жильем или огородами.

День 9 мая 1945 года помню тоже. Мать разбудила нас с братиком: вставайте, там что-то говорят по радио, послушайте (сама она с трудом понимала казенную речь диктора). Мы тут же вскочили, прослушали об акте безоговорочной капитуляции Германии и тут же бросились с новостью на улицу, к соседям, у которых не было радио. Соседи, дед Никита и тетка Фекла, оба в голос заревели, ведь у них еще в 1941 году погибли на фронте два сына, а третий воевал сейчас где-то в Германии. В этот день у нас шел мелкий дождичек, но все жители высыпали на улицу. И радость, и слезы — все смешалось...

По материалам книги «Физика металлов на Урале. Институт физики металлов в годы Великой Отечественной войны» (Екатеринбург: ИФМ УрО РАН, 2020)

подготовила

Т. ПЛОТНИКОВА

На снимке: семья В. Найша, довоенные годы

Окончание. Начало на с. 7 (севернее ст. «Мирный») и представляет собой уникальное место гнездования многих видов птиц, обитающих в Восточной Антарктиде — таких, как капские буревестники, пингвины Адели и поморники.

Оазис Бангера

Внутриледниковый зашельфовый антарктический оазис Бангера со всех сторон окружен ледяным кольцом и расположен в восточной части Земли Королевы Мэри. На юго-западе и западе оазис граничит с выводными ледниками Апфела и Эдисто. На севере он отделен от открытого океана поясом шельфового ледника Шеклтона. Общая его площадь составляет около 950 кв. км (длина 50 км, ширина 20 км), из которых суша занимает приблизительно 400 кв. км. Рельеф местности мелкопочечный, глубоко расчлененный. Наибольшая высота — 168 м, преобладающие высоты — 50–80 м над уровнем моря.

Троговые ледниковые долины оазиса изобилуют порогами и западинами, занятыми озерами. Растительный и животный мир чрезвычайно беден. Снежники как источники влаги способствуют росту мохово-лишайниковой растительности. Климат оазиса резко континентальный. Из-за относительно высоких летних температур и периодических зимних ураганов в течение почти всего года оазис свободен от снежного покрова.

На территории оазиса расположено его самое большое и самое глубокое озеро Фигурное. Также это одно из крупнейших вскрывающихся озер Антарктиды. Оно вытянуто с востока на запад на 17 км, в ширину достигает 1,5 км. В теплое время года зеркало озера освобождается ото льда, температура воды в нем в среднем 1,0–3,0°C, у скалистых берегов может подниматься до 5°C.

Станция «Ленинградская»

Находится в Восточной Антарктике (Земля Виктории, берег Отса) и расположена на нунатаке высотой 280–320 м над уровнем океана. Нунатак (поэскимосски — пик, вершина, полностью окруженная льдом) имеет вытянутую форму. Западный и южный склоны пологие, восточный

и северный представляют собой обрывы.

Температура воздуха в этом районе практически весь год отрицательная. Лишь несколько дней в году среднесуточная температура превышает нулевую отметку. Станция открыта 25 февраля 1971 г. и в настоящее время имеет статус «консервированная». Климат на станции суровый, зимний период характеризуется частыми и продолжительными ветрами с поземкой. Преобладает облачная погода. На территории расположена автоматическая метеостанция.

Станция «Русская»

Расположена на побережье Земли Мэри Бёрд, на небольшом выходе коренных пород у мыса Бёркс, который является северо-восточным выходным мысом залива Корделл-Халл. Высота станции над уровнем моря 134 м. Основана в 1980 г. Вершины гор в районе станции почти полностью свободны от снега и льда. Природные условия суровые, здесь происходит «сложение» циклонических ветров северо-восточного направления и катабатических (стоковых) ветров юго-восточного направления. В результате этого эффекта ветер усиливается до ураганного, поэтому станцию «Русская» называют «полусом ветров» Антарктики. Среднее число дней со скоростью ветра более 15 м/с в районе станции составляет 264 в году, причем более 30 м/с — 136 дней. Среднегодовая скорость ветра — 13,4 м/с, а максимальная зарегистрированная здесь достигла 78 м/с.

Станция «Беллинсгаузен»

Располагается на острове Короля Георга в архипелаге Южных Шетландских островов. Остров характеризуется холмистым рельефом, сложен вулканическими по-



родами. Большая его часть перекрыта ледниковым куполом. Станция расположена на свободном ото льда участке острова (полуостров Файлдс) с мелкими сопками и равнинной местностью. На острове большое количество озер. Южные Шетландские острова — благоприятное место для жизнедеятельности благодаря мягкому для Антарктики климату, богатому животному и растительному миру и легкой достижимости с большой землей. Здесь встречаются гнездовья субантарктических и антарктических пингвинов, брансфилдских синеглазых бакланов, южнополярных поморников и многих других птиц. По берегам обнаруживаются колонии морских слонов, котиков и львов. Встречаются тюлени Уэдделла и морские леопарды. Антарктическим летом почва почти полностью освобождается ото льда и снега.

На острове находятся научные станции разных стран. В непосредственной близости с российской «Беллинсгаузен» расположена чилийская, а также аргентинская, уругвайская и китайская антарктические станции. Мхи, лишайники, водоросли характерны для большинства местообитаний острова. В некоторых его частях встречаются два вида высших растений — Щучка антарктическая (*Deschampsia antarctica*) и Колобантус кито (*Colobanthus quitensis*). В связи с большим количеством научно-исследовательских станций, а также интенсивным ту-

ристическим потоком (особенно в летний сезон), экосистема острова испытывает сильную антропогенную нагрузку.

Наша работа и результаты

На борту судна проведена обработка проб с высевом на питательные среды с использованием стандартных микробиологических методов и криогенная консервация полученных культур микроорганизмов для дальнейших микробиологических и молекулярно-генетических анализов в стационарных лабораториях. Полученный биологический материал характеризует естественные антарктические экосистемы, а также биоценозы, испытывающие значительную антропогенную нагрузку. На борту судна выделено более 600 культур микроорганизмов. Проведена фильтрация проб воды из пресных водотоков, снега, а также отобранных в ходе океанографических работ. Большая часть материала собиралась по заданию коллег из разных научных учреждений. Например, коллекция лишайников, собранная по просьбе коллег из Республики Коми, передана в Сыктывкар. Исследователям из Санкт-Петербурга собраны образцы послужат для определения структуры микробных сообществ, выявления потенциально патогенных автохтонных микроорганизмов и микроорганизмов-интродуцентов.

Создана обширная коллекция изолятов мезофильных и психрофильных метилотрофных бактерий, которая будет использована для дальнейшего поиска биотехнологически перспективных микроорганизмов. Кроме того, изучена пространственная изменчивость фитопланктона Южного океана в зависимости от термохалинных характеристик на разрезах вдоль восточной границы моря Росса у мыса Колбек по меридиану 156° ЗД вблизи антарктической станции Русская, в проливе Брансфилд.



Аграрная наука

О нас пишут

Крупная да сладкая

Новый сорт земляники «Форсаж», выведенный учеными Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, внесен в Государственный реестр селекционных достижений и рекомендован для выращивания в семи регионах РФ.



Эта культура отличается превосходным десертным вкусом и крупными ягодами, которые могут достигать массы в 45 граммов. Кроме того, новый сорт обладает высокой урожайностью — 80–90 центнеров с гектара (максимальное значение до 130 ц/га) и хорошей засухоустойчивостью — ягоды «не варятся» на кусте. Назначение сорта — универсальное, ягоды можно употреблять в свежем виде, а также использовать для переработки (компоты, джемы, варенье).

Сорт «Форсаж» получен от скрещивания сортов «Соловушка» и «Тотем», работа по его выведению длилась более 10 лет. В 2009 году уральские селекционеры провели гибридизацию, в 2013 году выделили элитный сеянец, в 2017 передали в Госсортоиспытание. Новый сорт испытывали на Кировском, Городецком, Калужском госсортоучастках по всем заявленным характеристикам: созревание, урожайность, устойчивость к заболеваниям, размер и вкус плодов и многие другие.

— Новый сорт «Форсаж» сочетает в себе лучшие характеристики московского сорта «Соловушка» — хорошую зимостойкость и

засухоустойчивость, продуктивность, крупные ягоды и канадского сорта «Тотем» — сладкий вкус. Относится к неремонтантным сортам. Отлично зарекомендовал себя к выращиванию на Урале, а также в Нижегородской, Кировской областях, Пермском крае, республиках Марий Эл, Удмуртия и Чувашия, — рассказала автор «Форсажа», старший научный сотрудник УрФАНИЦ УрО РАН, кандидат сельскохозяйственных наук Елена Невоструева.

Новый сорт садовой земляники «Форсаж» характеризуется среднепоздним сроком созревания в середине июля. Ягоды крупные правильной конической формы с сочной ароматной мякотью. Хорошо транспортируются. Биохимический состав ягод: сахара — 7,0%, кислоты — 1,1%, витамин С — 57,2 мг%. Куст высокий, полураскидистый с крупными листьями. Усообразовательная способность средняя. Сорт слабо поражается белой пятнистостью листьев, малинно-земляничным долгоносиком, земляничным клещом.

По материалам пресс-службы
УрФАНИЦ УрО РАН

Обзор публикаций о научной жизни и сотрудниках Уральского отделения РАН из новых поступлений в Центральную научную библиотеку УрО РАН Апрель 2022 г.

В 14-м выпуске академической газеты «Поиск» опубликованы подготовленный А. Понизовкиным обзор событий весенней сессии Общего собрания Уральского отделения РАН и предвыборные списки кандидатов в академики и члены-корреспонденты РАН.

Екатеринбург

Книжный фонд ЦНБ пополнил сборник «Лауреаты премии имени В.Н. Татищева и Г.В. де Геннина. 1999–2021» (Екатеринбург, 2021). За достижения в области науки и технологий этой награды не раз удостоивались сотрудники УрО РАН.

В статье Р. Грашина о новейших сортах картофеля, приспособленных для выращивания в регионе («Областная газета», 2 апреля), упоминаются разработки селекционеров Уральского НИИ сельского хозяйства. Т. Бурова (там же, 5 апреля) представляет читателю молодых ученых Уральского федерального округа, получивших в этом году гранты президента РФ. Н. Шадрин (там же, 13 апреля) рассказывает о новых лауреатах премии Губернатора Свердловской области в области литературы и искусства. В числе победителей конкурса — коллектив сотрудников Института истории и археологии УрО РАН, авторов монографии «История литературы Урала. XIX век».

Репортаж Е. Понизовкиной («Поиск», № 17) посвящен пресс-конференции по текущей заболеваемости и борьбе с инфекцией COVID 19. В «Областной газете» от 28 апреля можно прочесть обзор итогов и тенденций экономического развития УрФО в 2021 г., подготовленный Ю. Санатиной на основе интервью, взятых у специалистов Института экономики УрО РАН.

Пермь

В интервью, записанном Е. Понизовкиной («Поиск», № 16), заведующий лабораторией технологической гидродинамики Института механики сплошных сред Пермского ФИЦ УрО РАН И.В. Колесниченко рассказывает о новейших разработках оборудования для атомных электростанций.

Челябинск

М. Пинкус («Российская газета», приложение «Экономика УрФО», 14 апреля) выделяет проблемы и направления развития российского Севера в повестке прошедшего в столице Южного Урала международного научного форума «Евразия 2022».

Подготовила Е. ИЗВАРИНА

Импортозамещение

Сохранить баланс

Окончание. Начало на с. 1
Сегодня особенно остро стоит проблема с семенами овощных культур, многие из которых поступали из-за рубежа. Совместно с Уральским федеральным НИЦ УрО РАН ученые вуза планируют обеспечить регион семенами картофеля, овощей для борщового набора, занимаются селекцией огурца, лука шалота. Идет работа по замещению

кормовых антибактериальных стимуляторов роста импортного производства отечественными препаратами, создаются средства для дезинфекции сельхозпредприятий, стеллажные фермы для выращивания микрозелени на гидропонике, ведутся исследования в области генной инженерии, идет поиск зимостойких форм цветочных и декоративных культур.

О разработках в области импортозамещения, ведущихся сотрудниками Экспериментально-производственного комбината УрФУ, рассказал руководитель проектов Александр Волков. Среди перспективных направлений деятельности экспериментального производства — полный цикл металлообработки, изготовление пресс-форм для литья полимеров, создание теплообменного оборудования. В этих технологических процессах

широко применяется лазерная плавка. По словам А. Волкова, спрос на продукцию комбината в последнее время вырос в несколько раз.

— Развитие на Урале лазерных технологий, у истоков создания которых стояли выдающиеся российские ученые академики А.М. Прохоров и Н.Г. Басов, — отрадный факт, — отметил член-корреспондент Алексей Макаров, добавив, что сейчас эта специальность снова пользуется по-

пулярностью у абитуриентов технических вузов. Отвечая на вопросы журналистов, главный ученый секретарь УрО РАН еще раз подчеркнул, что, развивая актуальные практические направления, необходимо сохранить баланс между фундаментальной и прикладной наукой.

Е. ПОНИЗОВКИНА.
Фото предоставлено
пресс-центром
ИА Интерфакс
в Екатеринбурге

**НАУКА
УРАЛА** 12+

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, собственных имен, географических названий и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точки зрения автора.

Учредитель газеты — Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральское отделение Российской академии наук»

Главный редактор Понизовкин Андрей Юрьевич
Ответственный секретарь Якубовский Андрей Эдуардович

Адрес редакции: 620990 Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.
Тел. (343) 374-93-93, 362-35-90. e-mail: gazeta@prm.uran.ru

Интернет-версия газеты на официальном сайте УрО РАН: www.uran.ru

Никакая авторская точка зрения, за исключением точки зрения официальных лиц, не может рассматриваться в качестве официальной позиции руководства УрО РАН.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Переписки с читателями редакция не ведет. При перепечатке оригинальных материалов ссылка на «Науку Урала» обязательна.

Отпечатано в ОАО «Каменск-Уральская типография», Свердловская область, г. Каменск-Уральский, ул. Ленина, 3.
Заказ № 122. Тираж 2 000 экз.
Дата выпуска: 23.05.2022 г.
Газета зарегистрирована в Министерстве печати и информации РФ 24.09.1990 г. (номер 106).
Распространяется бесплатно