



# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 13 августа 2020 года • № 31 (3242) • 12+

## По следам сибирских археологов



15 августа археологи отмечают свой профессиональный праздник. «Наука в Сибири» подготовила лонгрид о том, с какими памятниками работают сибирские ученые, как устроена их экспедиционная деятельность — академическая и спасательная, и в чем сходства и различия между этими направлениями.

Читайте на стр. 4–10

Новость

## Сибирский шелкопряд идет в горные леса и северную тайгу

Красноярские ученые проанализировали границы распространения вспышек сибирского шелкопряда за всю историю наблюдений, начиная с конца XIX в. Под воздействием изменения климата опасный вредитель хвойных лесов может поражать деревья на 300 километров севернее и более чем на 300 метров выше, чем в прошлом веке. Результаты исследования опубликованы в журнале *Journal of Mountain Sciences*.

Сибирский шелкопряд — наиболее опасный вредитель лесов, где преобладают пихты, кедры, ели и лиственницы. В обычное время гусеницу в тайге можно встретить даже не на каждом дереве, тогда как во время вспышки массового размножения на одной пихте или кедре может находиться до 20 000 личинок этого насекомого.

На размножение шелкопряда в первую очередь влияют температура воздуха и условия увлажнения, а также состав дровостоя и рельеф территории (высота и крутизна склона). Теплая и сухая погода весной и в начале лета, повторяю-

щаяся в течение нескольких лет, способствует массовому размножению этого насекомого.

Коллектив красноярских ученых, основываясь на геоинформационном анализе полевых наблюдений, спутникового мониторинга и архивных материалов, оценил воздействие изменения климата на северную и альпийскую границы распространения «сибиряка» в темнохвойной тайге. Ученые обнаружили, что в горных районах верхняя граница поврежденных древостоев продвинулась более чем на 300 метров по сравнению с серединой двадцатого столетия.

Во время последнего масштабного размножения этого вредителя в Приенисейской Сибири (2014–2018 годы), охватившего более миллиона гектаров леса, граница поврежденных древостоев продвинулась на север более чем на 50 километров от ранее установленной. Потенциально вспышки «сибиряка» в изменившемся климате возможны на расстоянии до 300 километров севернее. Следует отметить, что в погибших древостоях («шелкопрядниках») на порядок

возрастает вероятность возникновения пожара: в них накапливаются лесные горючие материалы, легко воспламеняемые в весенний период.

«В настоящее время спутниковые данные высокого спектрального и пространственного разрешения позволяют обнаруживать очаги массового размножения сибирского шелкопряда на ранних стадиях. Приоритеты спутникового и наземного мониторинга тайги необходимо определять на основе анализа условий тепло- и влагообеспечения, с учетом состава древостоев и закономерностей приуроченности вспышек к определенному рельефу лесных территорий», — рассказал один из авторов работы, заведующий лабораторией мониторинга леса Института леса им. В. Н. Сукачёва ФИЦ КНЦ СО РАН доктор биологических наук Вячеслав Иванович Харук.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 18-45240003 и 18-05-00432).

Группа научных коммуникаций  
ФИЦ КНЦ СО РАН

Новость

## СО РАН и «НЭВЗ-Союз»: перспективы дальнейшего сотрудничества

Представители Сибирского отделения Российской академии наук и руководство Холдинговой компании ПАО «НЭВЗ-Союз» и АО «НЭВЗ-Керамикс» обсудили основные векторы совместной деятельности.

В деловой встрече приняли участие глава Сибирского отделения академик Валентин Николаевич Пармон, председатель совета директоров ХК ПАО «НЭВЗ-Союз» Виктор Степанович Медведко, заместитель председателя СО РАН академик Василий Михайлович Фомин, главный научный сотрудник Института химии твердого тела и механохимии СО РАН академик Николай Захарович Ляхов, а также представители Новосибирского государственного технического университета.

Руководство СО РАН ознакомилось с разработками и уникальными технологиями, реализуемыми в производстве керамики и керамических композитов для нового поколения изделий, в том числе и медицинского назначения, а также с производственными цехами АО «НЭВЗ-Керамикс» и выставочной экспозицией по биокерамике. Сибирским ученым продемонстрировали продукцию ХК ПАО «НЭВЗ-Союз», разрабатываемую для разных областей применения. После этого состоялся семинар, на котором обсуждались такие технологические процессы изготовления биокерамики, как прессование, токарная обработка, обжиг, шлифование, полирование; способы испытаний биокерамических изделий; вопросы управления технологическими процессами и качеством продукции.

Производственные линии и достижения ХК ПАО «НЭВЗ-Союз» и АО «НЭВЗ-Керамикс» получили высокую оценку со стороны руководства Сибирского отделения РАН.

«Ключевая задача нашей встречи — поиск перспектив развития дальнейшего сотрудничества СО РАН, научных организаций и ХК ПАО «НЭВЗ-Союз», — отметил в своем выступлении Валентин Николаевич Пармон. — Особое внимание мы должны уделять подготовке кадров, и важную роль в этом вопросе играют Новосибирский государственный университет и Новосибирский государственный технический университет». В свою очередь, Василий Михайлович Фомин предложил ввести в практику проведение совместных семинаров по актуальным проблемам.

НВС

# Полевой дневник Большой Норильской экспедиции

Комплексная междисциплинарная научная экспедиция на Таймыре продолжается.

1–2 августа, дни четвертый и пятый

Ученые БНЭ отправились на первую дальнюю заброску: расстояние до места – 450 километров и 2,5 часа на вертолете. Для исследований выбирались точки по признаку слияния рек, потому что при оценке одна из рек должна выступать как фоновая, вторая – как источник загрязнения. Так, одной из локаций стало место слияния Пясины и Тареи. Комплекс проб всё тот же: вода, почва, донные осадки, гербарий, биоразнообразие.

Пробы грунта ученые брали в пойме на слиянии рек, а также на другом берегу Тареи, где уровень земли немного выше. Рядом с каждой точкой забора грунта собирались и образцы растений, которые потом будут засушены, измельчены и отправлены для анализа в лабораторию.

«Когда ты собираешь пробы на месте, они выглядят вполне естественно, – комментирует старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Алексей Викторович Еделев**. – А уже в лаборатории может выясниться, что там присутствуют вещества, концентрация которых часто превышает предельно допустимую».

Процесс сбора весьма кропотливый: нужно максимально аккуратно собрать образцы, не внося в них никаких лишних примесей, описать то, что видишь при заборе, сфотографировать место забора, всё промаркировать, записать координаты точки с GPS.

3 августа, день шестой

Отряд геофизики обследовал цистерны хранилища норильской ТЭЦ-3. На площадке ХАДТ ТЭЦ-3 продолжаются работы по демонтажу резервуара № 5, из которого ранее произошла утечка топлива. У других баков в рамках БНЭ исследования проводят геофизики. Они изучают устойчивость и прочность конструкций, а также возможность их дальнейшей эксплуатации. Для этого используют специальный прибор – сейсмоакустический приемник. Датчик на магните крепят на стенку цистерны, с него информация передается на регистратор – небольшую колбу. Ученый-сейсмолог устанавливает оборудование на одну точку на пять минут, а затем перемещает прибор на следующую позицию для замеров – так, чтобы интервал между точками составлял около трех метров.

«Это современный метод для экспресс-тестирования, – рассказывает старший научный сотрудник ИНГГ СО РАН кандидат технических наук **Константин Владимирович Федин**. – На полное обследование одного резервуара уходит порядка шести часов. В основе метода тот же эффект, благодаря которому голосом можно разбить стакан. Стакан, по сути, как цистерна. Здесь я исследую акустические шумы. По приборам составляю частотно-амплитудную картину конструкции. И с помощью этого метода могу увидеть, например, где у этого бака тонкие стенки, плохо закреплены детали, даже где появилась ржавчина. Всё как на ладони!» По результатам исследования уже можно сказать, что бак № 2 в дальнейшем можно эксплуатировать. По емкости № 3 ученые дадут заключение в ближайшее время.

«Кроме того, исследователи изучают бетонную площадку между баками и то, что находится под ней, – объясняет

Экспедиция уникальная, это первое за многие десятилетия комплексное изучение территории. В ней участвуют более 14 институтов Сибирского отделения Российской академии наук из разных регионов: и Новосибирск, и Томск, и Барнаул, и Кемерово, и Якутск, и Норильск. У институтов – огромный опыт, они прекрасно ознакомлены с технологией пробоотбора, у них накоплены определенные статистические данные за многолетний период проведения исследований на данной территории.



**Николай Викторович Юркевич**

руководитель полевого отряда Большой Норильской экспедиции, заведующий лабораторией эколого-экономического моделирования техногенных систем Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН

старший научный сотрудник ИНГГ СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Евгений Валерьевич Агеенков**. – Мы делаем электромагнитную съемку для изучения подошвы бетонной площадки на глубине два-три метра. Смотрим, в каком она состоянии, какие у нее изгибы и рельеф». Геофизики с помощью специальных приборов могут заглянуть и гораздо глубже – до 30 метров. Перед специалистами стоит задача определить структуру почвы, пустоты и возможные скопления нефтепродуктов, области возможных загрязнений.

Геофизики будут работать в Норильске в рамках БНЭ еще неделю. Результаты своих исследований они будут анализировать комплексно – совместно с учеными-почвоведомы, которые также участвуют в экспедиции.

4 августа, день седьмой

Отряд гидробиологов и ученые-мерзлотоведы сегодня присоединились к БНЭ. Гидробиологи осмотрели территорию вблизи места разлива нефтепродуктов у ТЭЦ-3, а также ручей Безымянный и реку Далдыкан. В состав отряда входят девять специалистов из пяти научных институтов. Они отбирают пробы воды и придонных осадков для изучения находящихся там мелких живых организмов размером от 1 мм до 1 см. К ним относится всё, что служит кормовой базой для рыб, например личинки насекомых.

«Наша задача – определить, в каком состоянии биота находится на данном участке, – отмечает старший научный сотрудник Института биофизики СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» кандидат биологических наук **Александр Павлович Толмеев**. – Мы сейчас отбираем именно живые организмы: донные – зообентос, водные – зоопланктон, фитопланктон и бактериопланктон. По этим четырем компонентам экосистемы мы будем судить о том, в каком состоянии находится Норило-Пясинская водная система».

Помимо отбора проб с мелкими организмами, специалисты отряда также проводят гидрохимический анализ воды. «Для получения точных результатов используют комплексный многопараметрический зонд, – объяснил старший научный сотрудник Института водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул) кандидат биологических наук **Антон Викторович Котовщик**. – Мы опускаем зонд в воду. Он фиксирует и записывает показатели каждые две секунды. Там есть оптические датчики, есть мем-

бранный датчик кислорода, иономер pH, флуоресцентные датчики для хлорофилла и сине-зеленых водорослей и мутности. Таким образом, мы получаем информацию об основном составе воды».

Мерзлотоведы планируют пробурить несколько скважин, снять замеры температуры почвы на разной глубине, а также отобрать образцы льда. «Наша задача – дать геокриологическую оценку текущей ситуации и прогноз. Были предположения, что потепление сильно повлияло на обстановку, что идет деградация мерзлоты. Мы приехали, чтобы дать ответ на этот вопрос», – сообщил заведующий Игарской геокриологической лабораторией Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН (Якутск) **Сергей Иванович Сериков**. Ученые проведут исследования на территории площадью порядка 30–50 квадратных километров, а затем составят карту мерзлоты.

5 августа, день восьмой

Сегодня отряд специалистов-мерзлотоведов обследовал территорию топливного хранилища на ТЭЦ-3 Норильска. «Сначала необходимо снять показатели термометрии в скважинах от 5 до 15 метров», – рассказал Сергей Сериков. – Мерзлота имеет много характеристик, в том числе и температурные. Бывают низко- и высокотемпературные зоны, а также градиентные и безградиентные. Пока трудно говорить, какая здесь мерзлота. Мы сняли показатели с одной скважины. Там температура -3 °С. Прежде чем делать выводы, нам надо исследовать и другие скважины».

Ученые-мерзлотоведы провели замеры температуры грунтов в шести скважинах на территории хранилища топлива ТЭЦ-3. В каждую скважину устанавливают датчики. «Вся процедура занимает около двух часов, – объяснил научный сотрудник ИМЗ СО РАН **Павел Станиславович Заболотник**. – Мы использовали геокошу, в данном случае длиной 15 метров, на ней распределены температурные датчики. В верхней части – через полметра, в нижней – через метр. Мы оставляем ее на два часа, так как датчики гидроизолированные, поэтому нужно, чтобы они выстоялись, приняли температуру грунтов, среды, в которую мы их помещаем».

Мерзлотоведы также изучат результаты бурения – по льдистости, по вещественному составу и другим параметрам. После чего ученые сделают комплексный анализ и дадут свою оценку ситуации и прогноз.

По материалам пресс-службы БНЭ



## «Квотирование должно быть трехмерным»

Председатель Сибирского отделения РАН академик Валентин Николаевич Пармон оценивает итоги конкурса Минобрнауки на проведение крупных научных проектов — «стоимиллионников».

«Сама идея такого конкурса представляется благотворной: большие средства на фундаментальные исследования распределяются не по госзаданиям, которые достаточно инерционны и маломобильны, а по принципу актуальности и приоритетности, именно как гранты. Но есть несколько но, мешающих воспринимать это состоявшееся событие в радужном свете.

Во-первых, очень долго — около года — длились все предваряющие конкурс процедуры. Идея его проведения возникла еще при прежнем министре и его команде, неоднократно обсуждалась на заседаниях Президиума РАН и вылилась в организационное решение далеко не сразу. Во-вторых, общая сумма выделяемых на гранты средств де-факто не является дополнительной бюджетной подпиткой фундаментальной науки. На самом деле те же 4,5 миллиарда рублей получала раньше Российская академия наук на те же цели. Только формат был другим — Программа фундаментальных исследований Президиума РАН. В 2019 году эти 4,5 миллиарда были срезаны до миллиарда, а сейчас финансирование просто восстановлено в прежнем объеме, но в другом формате.

При этом произошла очень существенная перемена в составе потенциальных получателей этих средств. Упомянутая выше программа Президиума РАН относилась только к академическим институтам, а конкурс Минобра стал открытым для любых исследовательских организаций, включая университеты. Это можно было бы только приветствовать, если бы возрос и объем выделяемых ресурсов. В результате же состоявшегося конкурса с не увеличившимся распределяемым фондом из 41 победителя только 28 организаций находятся «под зонтиком» РАН и ее региональных отделений. Понятно, почему много грантов — пять — получили учреждения Минздрава, таков вызов момента. Но сильные проекты медицинской направленности подавались и от академических институтов этого профиля, а также от наших биологов, химиков и генетиков, также работающих в интересах здравоохранения.

Университетов-победителей тоже всего пять, причем из нестоличных только нижегородский и сочинский «Сириус» (если приравнять его к обычным вузам). Очень сильные университетские заявки из других регионов поддержаны не были. Такая же диспропорция наблюдается по тематикам: экспертная комиссия работала неровно, и в результате по наукам о Земле выделен всего один грант. Кстати, в некоторых явно спорных случаях результаты экспертизы можно было бы сгладить, соблюдая хорошо известный принцип: если оценки двух экспертов далеки друг от друга, то нужно вводить третьего. Но время поджимало, и этого не произошло.

Из 28 грантов, выигранных академическими институтами, семь относятся к региональным отделениям РАН. В Сибири победителей пять, на Урале и Дальнем Востоке по одному. Первая цифра представляется мне не вполне адекватной. Напомню, что в рамках упомянутой выше Программы фундаментальных исследований Президиума РАН Сибирскому отделению выделялась твердая квота в 25% — теперь же четверть приходится на все три региональные структуры РАН. И я считаю, что при не вполне от-



В. Н. Пармон

лаженной системе экспертизы с далеко идущими последствиями требуются региональные квоты, уже в рамках которых неукоснительно соблюдался бы конкурсный принцип с привлечением любых экспертов. И не только региональные: квотирование должно быть трехмерным, включая также межведомственное и тематическое (по направлениям наук) изначальное распределение общего фонда. Без этого мы можем только увеличить и так существующие дисбалансы, которые сильно влияют на будущее науки в стране.

Тем не менее в любом случае мы очень рады, что сибирские ученые получили пять из семи региональных грантов. На Дальнем Востоке победителем стал Национальный научный центр морской биологии им. А. В. Жирмунского ДВО РАН, на Урале — Институт органического синтеза им. И. Я. Пустовского УРО РАН, они во многом уникальные для своих макрорегионов. В Сибири же гранты выиграли исследовательские организации, конкурирующие в национальном масштабе. Единственное, но очень приятное исключение: по цифровому мониторингу Байкала трудно было бы найти компетенции где-либо, кроме иркутского Института динамики систем и теории управления им. В. М. Матросова СО РАН. Остальные сибирские грантополучатели — лидеры в неспецифичных, но очень актуальных отраслях, как, например, Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН — в фундаментальных основах нанотехнологий, а Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН — в проработке принципов новой энергетики.

Особо отмечу победу Института экономики и организации промышленного производства СО РАН. Он получил грант по теме «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий». По сути, это означает создание методологического каркаса для комплексной, междисциплинарной исследовательской программы — современной версии прежней программы «Сибирь» в условиях новых (а также прогнозируемых) реалий и вызовов.

И наконец, пятым победителем из нашего макрорегиона стало само ФГБУ «Сибирское отделение РАН» как отдельное научное (!) учреждение. По поводу наличия у РАН и его региональных отделений статуса научной организации, де-факто утерянного вследствие известных собы-

тий 2013 года, ломали копыя юристы. Но нам, с опорой на утвержденный Устав СО РАН, удалось отстоять возможность подачи заявки от имени ФГБУ СО РАН как научной организации на конкурс и выиграть его с темой «Создание теоретической и экспериментальной платформы для изучения физико-химической механики материалов со сложными условиями нагружения». Речь идет, по существу, о создании научного задела для будущих исследований на синхротроне СКИФ, и Сибирское отделение выступит интегратором и координатором работы около 30 институтов-соисполнителей (не только под эгидой СО РАН). Я считаю этот прецедент очень важным для всей Академии наук — он убеждает, что РАН и ее структуры могут вполне легально и согласованно с Минобром расширять круг своих функций, а значит, шаг за шагом восстанавливать некоторые позиции, каковыми РАН располагала до реформы.

К сожалению, не получили грантовой поддержки другие проекты, важные для Сибирского макрорегиона и всей России, связанные с программой развития Новосибирского научного центра («Академгородок 2.0»). В частности, НГУ подавал заявку по ядерной медицине (проект БНЗТ), Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН — по проекту супер С-тау фабрики. Обе заявки были хорошо проработаны, но по каким-то причинам не набрали баллов, необходимых для победы. И в этом тоже я вижу недостаток прошедшего конкурса: даже если отставить в сторону изъяны экспертизы, то выиграть грант смогло только чуть больше 10% участников — то есть 41 из 367.

Гранты выделены на три года: за это время, я уверен, можно внести все разумные коррективы в правила игры и провести следующий цикл более эффективно. Главное, чтобы общее финансирование фундаментальной науки в России возрастало, причем существенно, как это следует из последнего указа президента России «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Сам по себе конкурс на «стоимиллионники» — явление, внушающее определенный оптимизм. Равно как и то, что экспертиза заявок стала делом РАН, а не чиновников от науки. Внутри самой Академии тоже есть разногласия (без этого она непредставима) по поводу порядка экспертизы, но договариваться и находить компромиссы в этих рамках намного проще».

Подготовил Андрей Соболевский  
Фото Юлии Поздняковой



День четвертый



День пятый



День шестой



День седьмой



День восьмой

# По следам сибирских археологов

Как известно, грунтовый слой практически любой страны скрывает в себе различную информацию о прошлом не только государства, но и зачастую человечества как вида в целом. Поиск, а также исследованием исторических объектов, содержащихся в земле, занимаются ученые-археологи. Россия – и Сибирь – в этом смысле не исключение. На необъятных просторах нашей родины можно обнаружить огромное количество объектов культурного наследия разной степени сохранности. С этими памятниками на сибирской земле обычно работают исследователи из Института археологии и этнографии СО РАН. Их экспедиционная деятельность делится на два направления: академическая и спасательная. Как же устроена работа каждого из направлений? Какие между ними сходства и различия? Какая взаимосвязь результатов их исследований? Разбираемся вместе с сибирскими учеными.

## Помощники в сохранении культурного наследия

Поскольку человечество не стоит на месте, а напротив, ведет активную хозяйственную деятельность, возникают ситуации, когда на определенной территории планируется строительство того или иного объекта. Но как понять, что твои действия не принесут ущерб культурному наследию страны? Здесь приходят на помощь специалисты из отдела спасательных археологических работ. «Стоит начать с того, что в 2011 году Россия ратифицировала Европейскую конвенцию об охране археологического наследия, в которой прописаны основные принципы сохранения историко-культурного наследия, где базовой является конструкция: платит загрязнитель. Вместе с тем был принят федеральный закон: теперь любой хозяйствующий субъект перед заходом на территорию обязан провести экспертизу на наличие или отсутствие объектов археологического наследия. В случае обнаружения таковых заказчик обязан организовать работы по обеспечению сохранности памятника, то есть финансирование идет со стороны инициатора застройки или освоения территории. И пока исследования не будут завершены, хозяйственная деятельность на земле не может быть начата. Зачастую приходится вести сложные переговоры по поиску компромиссных решений и для собственника, и для органов государственной охраны, и для науки», – рассказывает заместитель директора ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук **Константин Константинович Павленок**.

Одно из важнейших различий между спасательной археологией и академическими исследованиями – источник финансирования, что вытекает из разных целей организуемых работ. Охранные работы, как правило, возникают не на пустом месте, а в связи с необходимостью проведения хозяйственных работ, поэтому и финансируются именно инициатором строительства. Именно поэтому данное направление археологии обычно не испытывает материальных проблем. С академическими же экспедициями возникает другая ситуация. «В нашем государстве, в соответствии с принятыми актами, деятельность научных институтов финансируется по принципу нормо-часов. В эти нормо-часы вкладывается не только зарплата научного сотрудника, но и оплата по привлечению лаборантов, командировок. Однако стоимость командировки не соразмерна денежным тратам на экспедиционную деятельность. Сложившаяся

система не учитывает научной специфики института. Подобная ситуация относится не только к археологам, но и ко всем ученым, чья деятельность связана с полевыми работами (геологи, биологи, ботаники). Поэтому финансирования по нормо-часам хватает лишь на работу научного сотрудника в институте, то есть на изучение полученного в полевых условиях материала. Для организации экспедиций мы стараемся получить гранты. Чтобы избежать двойного финансирования, создаются комплексные проекты, где рассматриваются различные аспекты, и часть кабинетной работы оплачивается из государственных денег, а полевые работы – с грантов», – комментирует директор ИАЭТ СО РАН член-корреспондент РАН **Андрей Иннокентьевич Кривошапкин**.

Здесь преимущество академических организаций в том, что они заинтересованы в научном результате. Поэтому существование у института конкурентоспособного подразделения, занимающегося охранно-спасательными работами, особенно важно. Задания по исследованию объекта культурного наследия перед хозяйственной деятельностью способны выполнять и коммерческие организации. Даже если эти организации и будут заинтересованы в сохранении истории, максимум, что они смогут сделать с археологическими находками, – сдать в музей. При этом полученный материал не попадет в научно-исследовательский оборот и никак не повлияет на развитие науки. В ИАЭТ СО РАН, как правило, от финансирования спасательных работ резервируются средства на научную обработку. Многие заказчики являются социально ориентированными, поэтому при заключении договора существует условие: провести анализ полученных материалов и по итогу выпустить одну или несколько статей, монографию, то есть показать научную значимость объекта. Плюс ко всему, благодаря частному финансированию охранных работ, ученые могут попасть в труднодоступные места нашей страны, на что у академической экспедиции не хватило бы средств для организации работ. Полученные же в ходе раскопок материалы могут после обработки внести весомый вклад в науку. Поэтому нельзя считать спасательную археологию простым освобождением земли для проведения хозяйственных работ.

Работа ученого, занимающегося спасательными исследованиями, сосредоточена в основном в нескольких направлениях:

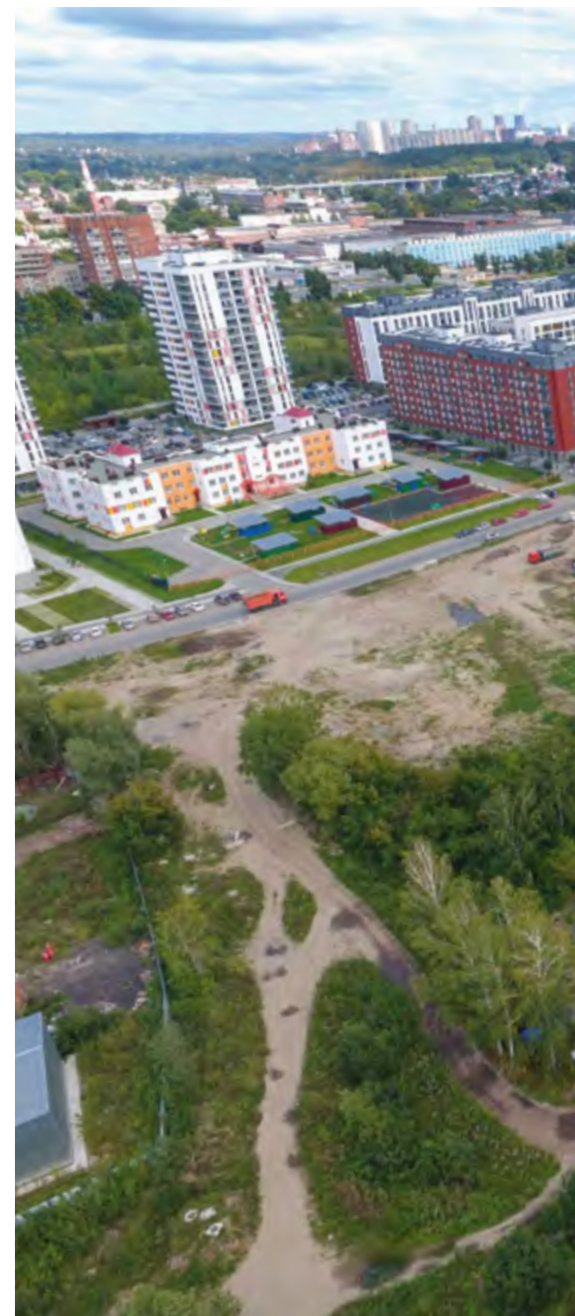
1. Историко-культурная экспертиза земель, то есть классическая археологическая разведка. Именно на этой стадии определяется, есть ли на выбранной территории памятники, которые необходимо сохранить или исследовать.

2. Археологическое проектирование – разработка проекта освоения определенной территории с соблюдением мер по сохранению исторических объектов. Решений может быть несколько: здесь и перепроектирование, когда территории памятников исключаются из зон ведения хозяйственной деятельности, и возведение различных защитных сооружений: заборов, защитных дамб и т. д.

3. Собственно, сами раскопки. Это крайняя мера, которая применяется только в том случае, когда не могут быть применены другие способы обеспечения физической сохранности объекта. Специфика заключается в том, что по завершении работ исследователей территория должна быть готова к определенному рода застройке, то есть полному изменению исторического ландшафта. Археологический объект на этом месте существовать перестает, однако, как говорит Константин Павленок, памятник переходит в движимое состояние: подробная информация о нем и полученные коллекции находок попадают в руки к ученым и вводятся в научный оборот. Таким образом, это один из вариантов сохранения нашего исторического наследия путем приложения современных исследовательских методик.

Работы у отдела спасательной археологии много. За последние несколько лет было успешно выполнено примерно 150–160 договоров. Территория участия очень обширна: от Крыма до Дальнего Востока. В последние годы работа в основном сосредоточена в Красноярском крае, Хакасии, Ханты-Мансийском автономном округе и Новосибирской области. Поводом для сотрудничества чаще всего являются планы по строительству и ремонту дорог: как автомобильных, так и железных, расширение добычи угля, а также нефтегазовые работы.

«В северной части нашей страны, в таких регионах, как Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, в основном в проведении историко-культурной экспертизы нуждаются нефтяные промышленные компании, занимающиеся как добычей, так и транспортировкой нефтяных продуктов. ХМАО, к примеру, располагает одними из самых больших запасов нефти в мире. В древности данные регионы были обширно заселены, а в наше вре-



Серебряное блюдо с изображением козла. Средняя Азия, VIII–IX в.

мя здесь ведется активная хозяйственная деятельность. Поэтому неудивительно, что достаточно много трудимся в этих местах, постоянно есть работа в виде археологических разведок по выявлению объектов культурного наследия или спасательных археологических раскопок. Следуя закону, заказчик обращается или к частным компаниям, имеющим большой опыт в проведении экспертизы, или к академическим организациям, таким как ИАЭТ СО РАН, где квалифицированные специалисты могут скорректировать процесс освоения территории под хозяйственную деятельность, выявить, исследовать, сохранить объект культурного наследия. Пока не будет получен акт, подтверждающий отсутствие археологических памятников, нельзя получить разрешение на работы», – комментирует инженер-исследователь ИАЭТ СО РАН **Анатолий Анатольевич Морозов**.

Как правило, ученые из отдела спасательной археологии выполняют огромный объем работы за ограниченный договором период времени. К примеру, во время раскопок на памятниках Галкина-1 и Галкина-2, расположенных в Красноярском крае, за два месяца было исследовано более 20 000 квадратных



Общий вид на объект культурного наследия «Археологический культурный слой Спасского собора»



Раскопки на памятнике Турист-2

Вид на памятник Турист-2 и жилой комплекс «Европейский берег»



Работы на могильнике Усть-Тартас-2



Процесс расчистки погребения, могильник Усть-Тартас-2



Обсуждение обнаруженного на памятнике Турист-2 погребения

метров. Поскольку при обсуждении будущего проекта сотрудничества с заказчиком не всегда можно предугадать, какие ждут находки, их глубину залегания и количество, а также предсказать погодные условия, то копать археологам приходится в самых разных условиях. Сроки могут поджимать (как говорят на раскопе, «ковш экскаватора упирается в спину»), а памятник — требовать более подробного изучения, поэтому нередко случаи проведения раскопок осенью или зимой. В таких случаях археологи, следуя определенной методике, отогревают почву. «При раскопках культурного слоя Спасского собора в Куйбышеве мы столкнулись с привычной нам ситуацией. Работы по договору были запланированы с 30 сентября по 15 ноября 2019 года. Однако возникли сложности с поиском фундамента, объемы немного выросли, и в итоге к моменту самого интенсивного этапа раскопок грунт начал промерзать. Для соблюдения методики мы прибегли к достаточно простому методу: возводили конструкции из армейских палаток и при помощи тепловых пушек прогревали землю, после чего можно было в комфортной обстановке продолжать исследование», — рассказывает научный

сотрудник ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук **Алексей Анатольевич Тимошенко**.  
За последние несколько лет крайне важным направлением работы отдела спасательной археологии были памятники, расположенные в черте города Новосибирска и в Новосибирской области. В 2017 году проводились раскопки на памятнике Турист 2, на берегу Оби. Работы финансировались в связи с планами о благоустройстве набережной рядом с жилым комплексом «Европейский берег». Изначально рассчитывали обнаружить только поселенческий культурный слой, однако в ходе работ выяснилось, что памятник включает еще и могильник. Удалось найти погребения, в которых лежали уникальные скульптуры из различных органических материалов. «Находки могут послужить отличным аргументом в дискуссии о культурных связях Сибири с огромными территориями вплоть до Северной Америки, и по совершенству изготовления, безусловно, соответствуют уровню экспозиций Эрмитажа и Лувра», — подчеркнул Константин Павленок.  
Отдельный блок материалов по археологии нового времени удалось получить

благодаря раскопкам деревни Кривошёрково и культурного слоя Спасского собора в городе Куйбышеве. Казалось бы, хорошо известный по литературным источникам исторический период заиграл новыми красками. Если суммировать количество предметов, обнаруженных на этих двух памятниках, объем коллекции уже превышает тысячу экземпляров. Были проведены исследования по реконструкции внешнего облика первых новосибирцев, установлены важные детали о взаимоотношениях разных народов, проживающих в свое время на этих территориях. Поскольку исследуемый период максимально приближен к современности, социальный спрос на результаты работы ученых особенно высок. И изучение полученных материалов, безусловно, дополнит в будущем уже известные страницы истории.  
Хотя отдел спасательных археологических работ был создан не так давно, формально в 2007 году, на сегодняшний день, по словам его куратора Константина Павленка, спасательная археология в институте не является падающей сугубо академической. Уже давно спасательные работы по качеству выполнения и по значимости открытий не усту-

пают постоянно действующим академическим экспедициям. У каждого отдела есть своя роль и, в силу существующих организационных характеристик, различные цели, в их деятельности можно выделить как плюсы, так и минусы. Тем не менее одно направление не смогло существовать без другого: обычно масштабные спасательные работы дают богатейший научный материал для исследования, который мог быть утрачен, а плановые академические раскопки приводят к крупным фундаментальным открытиям и постоянно обогащают методический инструментарий ученых.  
**От спасательной к академической археологии**  
Другим видом полевой деятельности ученых-археологов являются академические экспедиции. Если спасательные раскопки связаны с необходимостью в ограниченные сроки изучить объект, который может быть уничтожен из-за хозяйственного освоения просторов нашей страны, то основная цель академических исследований — планомерное изучение археологических памятников, именно в рамках этих работ совершаются прорывы

Продолжение. Начало на стр. 4–5

ные открытия в истории развития общества и человечества как вида. Наиболее важные памятники Новосибирской области, приносящие большое количество исследовательского материала, расположены в Венгеровском районе на берегах реки Тартас. Так называемый Венгеровский археологический микрорайон включает грунтовые могильники Тартас-1, Усть-Тартас-2, поселения Карьер Таи-1, Венгерово-2, Старый Тартас-5 и другие.

«Отряд здесь работает уже более 45 лет. Первые раскопки начались в рамках подготовки карты по изучению археологических памятников Новосибирской области, была отправлена команда в Венгеровский район. Как показала практика, не всегда продуктивно расширять исследовательское пространство, иногда эффективнее проработать определенный участок. Именно так и сложилось в Венгеровском археологическом микрорайоне. На сегодняшний день Барабинская лесостепь в НСО считается максимально изученной, здесь раскопано огромное количество разновременных и разнотипных памятников, что позволяет нам получить полноценную картину развития человечества от заключительного этапа верхнего палеолита до современности», — рассказывает старший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук **Марина Сергеевна Нестерова**.

На данный момент работа ведется на двух памятниках: Тартас-1 и Карьер Таи-1. В основном на могильнике Тартас-1, который копают с 2003 года, исследуются погребения. На сегодняшний день изучено более 760 могил, и процесс продолжается. Большинство объектов относятся к эпохе бронзового века. На примере этого памятника видно взаимодействие двух археологических культур: местной кротовской и пришлой андроновской. Обычно в рамках археологических исследований фиксируется, как существующая на определенной территории культура бесследно исчезает с приходом другой. Однако на памятнике Тартас-1 археологам удалось проследить контакты пришлого и местного населения, отличающегося не только материальной культурой, но также разного в антропологическом и генетическом аспектах.

Также есть два участка, не связанных с погребениями: один содержит информацию о хозяйственной деятельности людей эпохи раннего неолита, он представлен огромными ямами для хранения рыбы и двумя конструкциями; с другой стороны находится ритуальный комплекс позднего бронзового века, связанный с бронзолитейным производством. Археологический объект крайне многогранен и интересен, и каждый год приносит новые открытия.

Карьер Таи-1 находится на высокой террасе, несмотря на то, что окружающая местность не имеет выраженного рельефа. Здесь ученые обнаружили ритуальный комплекс эпохи раннего неолита (VII–VI тыс. до н. э.). Сама ритуальная площадка была окружена небольшим прямоугольным рвом, вокруг него сооружены ямы с прикладами (своеобразными жертвоприношениями в виде фрагментов керамических сосудов, костей животных, костяных и каменных орудий). В 2019 году на одном из участков этого рва нашли костяную скульптуру из лопатки в виде птицы, под ней лежала роговая фигурка в виде головы лося и целый набор разнообразных костяных и каменных орудий.

Все находки, обнаруженные за время экспедиционных исследований, от-



Находка на памятнике Войкар-2



Выборка раскопанных площадей памятника в границах раскопок предыдущих лет



Изучение остатков деревянного дома на памятнике Войкар-2



правляются в Новосибирск для дальнейшего изучения. После проведения всевозможных анализов с применением неразрушительных для находок методов, археологические материалы становятся предметами музейных коллекций. Антропологические коллекции хранятся и изучаются в Центре коллективного пользования «Геохронология кайнозоя».

Все памятники расположены недалеко от села Венгерово, поэтому археологическая экспедиция может быстро и без лишних сложностей добраться до нужного места. Полевой сезон длится четыре месяца: начинается с конца мая и заканчивается в начале октября. В холодное время года раскопки не проводятся, поскольку объекты не разрушаются и необходимость в интенсивных работах попросту отсутствует. Лагерь устанавливается палаточный, здесь есть всё для комфортной летней работы в поле: камеральная лаборатория, столовая, хозяйственные палатки и даже баня.

Результаты проведенных на этом памятнике исследований оказали огромное влияние на развитие археологической науки. Фактически вся базовая схема этнокультурного развития древнего населения Западной Сибири, в том чис-

ле и хронология, построена на объектах Барабинской лесостепи, и по мере исследования новые открытия дополняют и уточняют уже сформированную концепцию. Безусловным методологическим достижением служат результаты работ, организованных совместно с Институтом нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН. В ИНГГ разрабатывают геофизические методы обнаружения археологических памятников неразрушающими методами (то есть без копания шурфов), после чего на практике тестируют их при работах в Барабинской лесостепи. При помощи петромагнитного метода, магнитометрии, электроразведки геофизики учатся определять границы и особенности разнотипных археологических объектов без нарушения грунтового слоя.

«Ответ на вопрос об археологическом потенциале Венгеровского района очень прост: можно копать еще не одну археологическую жизнь, здесь просто кладезь памятников. Если так же планомерно и масштабно подходить к работам, а не перемещаться от места к месту точечными участками, объем всё еще остается огромный. Например, Карьер Таи-1, помимо ритуального комплекса эпохи

неолита, является еще и грунтовым могильником эпохи бронзы. Его масштабы пока неясны. За три года исследовано 62 могилы, и это явно не предел. На Тартасе-1, если верить данным геофизики, также работы еще минимум на пять лет. Сейчас основная сложность раскопок на Тартасе-1 заключается в наличии огромных рвов вокруг могил. Усилий на изучение одной такой конструкции уходит в разы больше, чем на ряды грунтовых могил. Поэтому в данный момент наша исследовательская группа думает, как упростить и ускорить процесс», — резюмирует Марина Нестерова.

После завершения археологических работ ученые обязаны рекультивировать памятник, то есть восстановить естественный земельный покров. В процессе исследования многое неизбежно уничтожается, поэтому существуют серьезные требования к поэтапной фиксации полученного материала. Археологические объекты раннего периода после проведения научных изысканий совсем теряют свой вид, в то время как при работе с более поздними эпохами, где могут сохраняться фундаменты и прочие конструкции, в случае необходимости можно их отреставрировать и музеефициро-



Река Кушеват, Шурышкарский район



И. Д. Зольников описывает шурф, вскрывший верх четвертичных отложений правого берега р. Войкар в районе с. Вершина-Войкары, расположенного чуть выше оз. Войкорский Сор



Процесс расчистки погребальных комплексов



Общий вид на памятник Войкар-2



Река Кушеват, Шурышкарский район. Постановка шурфов в надежде обнаружить артефакты эпохи палеолита в непо потревоженном состоянии

вать. Некоторые памятники изначально не исследуют полностью. К примеру, на памятнике Волчья Грива, расположенном в Кургатском районе НСО, раскопки проводились разными научными коллективами в период с 1957 года по 1991 год, не ежегодно. В 2015 году работы возобновили уже палеонтологи из Томского государственного университета. Аналогичная ситуация с городищем Чича, которое в 1979 году открыл заведующий отделом археологии палеометалла ИАЭТ СО РАН академик Вячеслав Иванович Молодин. В конце 1990-х — начале 2000-х на этом памятнике, расположенном в Здвинском районе НСО, проводились комплексные исследования в сотрудничестве с Германским археологическим институтом. Однако после достижения заданных целей объект законсервировали и рекультивировали. В наши дни среди полей вблизи озера Чича невозможно заметить следы деятельности археологов. В случае необходимости исследования возобновятся, бывает, в науке появляются новые методы и подходы, поэтому после применения их на уже известном объекте можно достичь прорывных результатов. «В любой момент, например, на Тарташе могут быть получены определенные

данные, которые нужно анализировать в контексте исторического периода. В таком случае мы можем перезапустить работы и заняться углубленным изучением уже известных нам памятников, что поможет сделать выводы о культурном и популяционном взаимодействии», — добавляет Андрей Кривошапкин.

#### Археологическая сокровищница России

Известный многим жителям Сибири Алтай является не только поразительным по своей красоте местом, но и археологической сокровищницей России. Внимание исследователей эта территория привлекает еще с середины XIX века. С тех пор, как существует сибирская академическая археология, Алтай — один из главных объектов изучения мировой истории. В числе важнейших памятников здесь можно считать Денисову пещеру, расположенную в Солонешенском районе Алтайского края. Именно тут за последние 12 лет был сделан ряд открытий мирового уровня. В 2008 году в пещере была найдена фаланга мизинца девочки, жившей около 50 тысяч лет назад. Извлеченная ДНК позволила установить, что останки принадлежат виду людей, отличному от неандертальцев и современ-

ных. То есть сибирские археологи обнаружили новый вид человека, названный «денисовец». Затем были найдены еще фрагменты денисовского человека, а благодаря апробированному в 2017 году методу определения принадлежности костных останков виду млекопитающего, был идентифицирован последний из найденных здесь на сегодняшний день генетический материал древнего человека возрастом примерно 300 тысяч лет.

«Очень важно, что мы прослеживаем автохтонное становление на местной основе у денисовца культуры верхнего палеолита, которая традиционно связывалась с появлением *Homo Sapiens*. Обычно считалось, что люди расселились из Африки, принеся с собой модель современного поведения. Важная отличительная черта культурной эволюции — это появление символической деятельности, а не только утилитарной. То есть изготовление вместе с хозяйственными, бытовыми и охотничьими орудиями еще и символических предметов-украшений. У древних появляются эстетические воззрения, креативное мышление, социальная стратификация. Традиционно все эти характеристики приписывались человеку современного физического облика, то есть

*Homo Sapiens*. Здесь же, в Денисовой пещере, мы видим, что инновации связаны непосредственно с денисовцами, и они сформировались на местной основе. Таким образом, Алтай на примере Денисовой пещеры является одним из центров формирования человека современного облика и культуры верхнего палеолита, которая обычно ассоциируется с поведением людей современного типа», — говорит заведующий отделом археологии каменного века ИАЭТ СО РАН член-корреспондент РАН Михаил Васильевич Шуньков.

Обычно полевой сезон на Денисовой пещере длится три месяца в течение лета. Здесь есть полностью построенный еще в 1990-е годы стационарный лагерь с собственной кухней, баней, домиками и прочими хозяйственными помещениями. До начала археологического сезона на Алтае ученые ведут работы на Балканах, а после завершения летних раскопок, поздней осенью, отправляются во Вьетнам. Всё это делается для изучения продвижения и взаимоотношений неандертальцев с гомосапиенсами. Поскольку на сегодняшний день самые восточные следы неандертальцев обнаружены на Алтае (в пещерах Денисовой, Чагырской и Окладникова), предпринимаются попытки собрать информацию в евразийском ареале и систематизировать, понять культурный фон, что в будущем должно помочь ответить на вопросы, каким образом они расселились, где еще мог быть восточный рубеж и так далее. К сожалению, в 2020 году в связи с мировой пандемией отменились зарубежные исследования, сезон на Денисовой пещере начался значительно позже, и трудовые ресурсы были уменьшены, однако даже в таких условиях работа продолжается. По словам Михаила Шунькова, нельзя пропустить даже один год. Памятнику, конечно, ничего не угрожает, однако есть шанс упустить важную информацию, которая в будущем может помочь ответить на интересные вопросы.

Хотя изучение Денисовой пещеры было начато еще в 1982 году, на сегодняшний день ее исследовательский потенциал не иссяк. «Если говорить про объемы работ в Денисовой пещере, то перспективы памятника мы определяем по отложениям, которые уходят вглубь карстового массива. На сколько — конкретно неизвестно, потому что нужно проводить исследования медленно и тщательно. Если провести аналогию с уже исследованной галереей, то гипотетически работы еще минимум на десять лет. Самое важное, что почти каждый полевой сезон мы находим уникальные, ранее неизвестные материалы, и обнаруженные артефакты ставят новые задачи и вопросы перед научным сообществом. Открытие денисовского человека во многом изменило мнение специалистов об истории развития людей. Теперь неандерталец не считается тупиковой ветвью, а благодаря генетическим работам доказано, что у современного человека он присутствует в 2 % генома; 6 % генома денисовца обнаружено у жителей Австралии, Океании, островной части Восточной Азии. Кроме того, сделанные в Денисовой пещере открытия стимулировали создание новых методик исследования, применяемых на других памятниках», — резюмирует Михаил Васильевич Шуньков.

Поскольку ученые понимают, как может поменяться со временем наука и какую на самом деле информацию могут передать находки, абсолютно весь найденный в ходе раскопок материал сортируют. Существует ранжированная система. После работы с коллекциями часть



Вид на террасу и памятник Карьер Таи-1 с квадрокоптера



Галкина-2. Общий вид с квадрокоптера



Заключительный этап расчистки и фиксации старых техногенных нарушений на памятнике Турист-2



Расчистка погребения, памятник Турист-2



Изучение последовательности четвертичного местонахождения остатков плейстоцена

Продолжение. Начало на стр. 4–7

идет в экспозицию музея, другая поступает на оперативное хранение, и археологи периодически будут возвращаться к ней, третья же является массовым материалом (производственные отходы, косточки) и так же лежит в ящиках в ЦКП и ИАЭТ. По мере развития научного знания возникают новые методы анализа, поэтому, обращаясь к старым фондам, можно узнать что-то ранее неизвестное. «К примеру, на памятниках встречаются мелкие фрагменты костей. Крупные могут рассказать о принадлежности к определенному виду, пищевых и охотничьих стратегиях, а вот что делать с осколками, когда непонятно даже, какому виду млекопитающего они принадлежат. Обнаруженные в свое время на Денисовой пещере осколки посчитали, взвесили и отправили на хранение. В 2017 году был разработан метод определения по аминокислотам вида существа, и коллекции заиграли по-новому. Метод дешевый, поэтому смогли методично по квадратам проверить все материалы и нашли несколько осколков, принадлежащих человеку. После дальнейших анализов ДНК определили, что косточка принадлежит гибриду неандертальца и денисовца. Таким образом, по маленькой косточке открыли двойную гибридизацию. Поэтому мы храним все материалы», – резюмирует Андрей Кривошапкин.

Рядом с Денисовой пещерой на данный момент изучается еще один объект. В 15 км ниже по течению реки Ануй находится раннепалеолитическая стоянка древнего человека – Карам. Это са-

мый древний археологический памятник огромной территории Северной и Центральной Азии. На Караме обнаружено первое появление человека в рамках миграции из Африки в Северную Азию. Место уникальное, поскольку здесь фиксируется четыре этапа проживания древнего человека, от 800 тысяч лет до 600 тысяч лет назад. Артефактов находят тут не так много, однако каждый из них в музее поместили бы на почетное место как свидетельство древнейшего существования человека на территории Сибири. Находки представляют собой только каменные изделия, орудия в культуре раннего палеолита обычно полифункциональны. Выглядят они как изделия из сфералитового эффузива (вулканическая порода) с массивным основанием и продольным или поперечным лезвием. Карам исследуется уже 20 лет, и работы на ближайшие годы достаточно. Михаил Шуньков убежден, что рядом могут быть схожие памятники, накопленного опыта уже достаточно для их обнаружения. Поэтому после завершения работы на Караме ученые обязательно будут работать в направлении обнаружения и изучения новых объектов раннего палеолита.

#### О чем может рассказать Север?

Территория Севера России для обычного человека зачастую ассоциируется с полным отсутствием жизни. Люди не понимают, как можно жить и работать в таких тяжелых условиях. В некоторых местах северных районов в наши дни плотность населения может доходить до одного человека на квадратный километр. При всем при этом существующая природ-

но-климатическая обстановка не является преградой для проведения исследований учеными-археологами из ИАЭТ СО РАН. Не такие интенсивные и более малочисленные, но не менее важные по ставящимся для науки целям экспедиции ежегодно отправляются на северные территории нашей страны, в основном в Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа.

Неподготовленному посетителю Севера сложно понять, где искать памятник на такой обширной и пустой территории, но для археологов эта проблема выглядит иначе. «Любой исследователь опирается на труды предшественников. Есть опубликованные атласы археологических памятников. К примеру, “Атлас Талицкой”, выпущенный в 1950-х годах. Еще в середине XIX века ученые проводили геологические разведки по северу Западной России, публиковали их результаты, также и в 1930-е, 1940-е годы. В рамках исследований фиксировались остатки городищ, подземных жилищ, после чего для научного сообщества были подготовлены статьи, в которых кратко содержались археологические данные. Инна Андреевна Талицкая собрала информацию и опубликовала отдельный атлас, в котором дано емкое описание памятников, в том числе условные координаты. Также для ученого-археолога многое дают географические карты и знание особенностей формирования поселений. На Севере достаточно много болот и низин, понятно, что люди селились на высоких местах рядом с водным ресурсом. Зачастую современное поселение находится практически на том же месте, что и древ-

нее. Сравнивая, к примеру, карту XVIII века и современную, можно предположить примерное местоположение памятника. После проведения разведки мы получаем уже точные данные. Третий вариант применяют так называемые черные археологи. Они пользуются пониманием того, что на Севере люди живут в местах, связанных с впадением одной реки в другую, где есть мысы, устья рек. Черные копатели ищут на карте эти мысы и идут по правому, высокому берегу. Таким способом постепенно можно обнаружить поселение или святилище», – рассказывает заместитель директора по научной работе ИАЭТ СО РАН доктор исторических наук Аркадий Викторович Бауло.

К сожалению, на Севере работе исследователей мешает не только климат. Серьезный ущерб науке наносят черные археологи. Их деятельность сосредоточена в основном в ХМАО и ЯНАО. Копатели при помощи металлоискателя ищут артефакты, после чего продают их на специальных сайтах (последние годы официально «предоставляют на фотосессию или долгое изучение» за символические суммы). Хотя данная деятельность запрещена не только в России, но и в мире в целом, убереечь объекты от разграбления не всегда возможно. Без украденных вещей памятник может дать только искаженные данные, и научный анализ будет неполным. Однако изъятые находки при правильном подходе также могут принести пользу науке. Аркадий Бауло занимается подготовкой каталога из предметов, найденных на специализированных сайтах: «Последние три-четыре года мое





Галкина-2. Общий вид



Вид на берег Оби недалеко от памятника Турист-2



Типичных отложений правого берега Большой Оби в районе оценочной фауны у с. Горки Шурышкарского района ЯНАО



Работы на могильнике Тартас-1, Венгеровский район НСО



Начальный этап расчистки и фиксации старых техногенных нарушений на памятнике Турист-2

утро начинается с посещения торговых онлайн-площадок. Здесь я могу встретить уникальные артефакты, которые не являлись тиражной продукцией. В моей фотоколлекции уже около 400 экземпляров. Не всегда понятно, кем является продавец: посредником или он лично занимался расхищением памятников. Тем не менее я пытаюсь идти на контакт, связаться с продающим. Из общения порой удается получить информацию, где конкретно нашли, кто-то говорит район или бассейн реки. Таким образом, коллекция будет формироваться по географическому признаку. Хотя мы не видим археологического контекста, в данном случае количество артефактов позволяет увидеть картину в более полном виде. Моя фотоколлекция помогает понять, в каких районах была развита металлообработка, откуда шел импорт, куда экспорт, как вещи передвигались по территории, а также дополняет уже известные нам сведения об уровне развития местной культуры», — говорит исследователь.

Увы, но за последние годы самые интересные находки достаются черным копателям. На торговых площадках можно обнаружить изделия восточного серебра византийские, урало-венгерского центра IX–X вв., серебряные чаши Волжской Булгарии. Сосудов расхитители нашли не меньше двух десятков, и все артефакты в итоге разошлись по частным коллекциям. Академическим экспедициям такие исторические материалы не достались. Ученые-археологи получают в основном находки органического характера, и эти вещи могут рассказать об уровне

не развития региона и ремесла больше, чем привозная посуда. Подобные предметы очень сильно меняют картину знаний по истории Севера Сибири.

«Кроме проблемы черных археологов, наши исследователи сталкиваются еще с рядом трудностей. Археологические памятники, расположенные на Севере, из-за вечной мерзлоты способны сохранить большой пласт органического материала, однако без достаточного финансирования полноценные раскопки провести невозможно. Северная археология — занятие дорогое. Состав экспедиции небольшой, за один археологический сезон можно добраться до мерзлоты, но за год лед растает и культурный слой будет нарушен, факторы могут навредить памятнику и артефактам. При правильном подходе необходима большая команда, которая сможет наиболее полно в одном сезоне проработать археологический объект. У северных территорий исследовательский потенциал громадный, что подтверждает даже обилие находок черных копателей. Украденные артефакты зачастую указывают нам на памятники, при должном финансировании их можно изучить. Могильники, находящиеся в зоне мерзлоты, защищены от черных археологов. Поэтому остается только ждать финансирования и отправляться на раскопки», — подытожил Аркадий Бауло.

О перспективности работы на Севере также рассказывает старший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук Александр Вадимович Постнов. Несколько лет назад команда,

состоящая из археологов и геологов, занялась поиском палеолитических стоянок древнего человека на территории Севера. Заведующий лабораторией геоинформационных технологий и дистанционного зондирования доктор геолого-минералогических наук Иван Дмитриевич Зольников, старший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН доктор исторических наук Антон Александрович Анойкин, старший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН кандидат исторических наук Антон Васильевич Выборнов и Александр Постнов получили грант РНФ для проведения исследований и уже третий год отправляются на Север в поисках прорывных открытий. «Всё началось с того, что долгое время существовала концепция, отказывающая северной части Западной Сибири в существовании стоянок древнего человека. Многочисленные артефакты, найденные на берегах рек, считали продуктом переноса из южных районов. В советское время ресурсов было достаточно для проведения разведывательных экспедиций, но по нескольким причинам они не проводились: во-первых, считали территорию стерильной, поскольку север Оби был покрыт ледником, а южная часть затапливалась ледниково-подпрудным озерным бассейном, во-вторых, в рамках существующей парадигмы академического сообщества отказывало в существовании в Сибири более древнего человека, чем поздний палеолит. Благодаря деятельности академика Алексея Павловича Окладникова, обнаружению и изучению им многочисленных палеолитических стоянок в Сибири, прои-

зошло признание возможности наличия на этой территории первобытного человека. Результаты генетических исследований палеолитического человека из Денисовой пещеры развеяли все сомнения, и теперь территория Алтая на мировом уровне считается местом проживания палеолитического человека. Но с Севером пока что другая ситуация», — говорит Александр Постнов.

Иван Зольников в молодости работал в геологических экспедициях, изучая разрезы. Он замечал богатое разнообразие фауны и артефакты, но не мог дать им оценку, так как не являлся специалистом. Будучи убежденным, что археологам известно наличие здесь этих предметов, Иван Дмитриевич не придавал им значения. Однако спустя время выяснилось, что археологией северные территории считаются стерильными, во всяком случае, в вопросе существования палеолитического человека. В связи с этим возникла идея проехать по тем местам, благо они зафиксированы в источниках, и изучить с археологической точки зрения. Хотя у исследовательской группы нет сомнений в существовании северного палеолита, для научного сообщества требуются весомые аргументы. Отдельные находки вне контекста памятника не являются датирующим материалом. Необходимо проводить целый комплекс мероприятий: датировку отложений, анализ геологической ситуации, пыльцевой анализ, который расскажет о климате и его изменениях. Для всего этого нужно обнаружить хотя бы фрагменты древних стоянок, которые можно



Сохранившиеся элементы фундамента Спасского собора в городе Куйбышеве Новосибирской области



Серебряная чаша с хищной птицей и рыбой. IX–XX в. Урало-венгерский центр



Изучение могильного пятна до вскрытия могилы, памятник Турист-2



Промежуточная фиксация процесса расчистки погребения, памятник Турист-2



Горная Обь на закате, ЯНАО



Выполнение технической фотографии могильного пятна



Работа археологов в галерее Денисовой пещеры



Раскопки на памятнике Турист-2



Зачистка коллективного перезахоронения

Окончание. Начало на стр. 4–9

раскопать и в геологическом разрезе понять их возраст, относительную периодизацию. Первая экспедиция не дала ожидаемых результатов. Как выяснилось на месте, тех разрезов, с которыми работал Иван Зольников, уже нет. Спустя столько лет они обвалились, заросли травой, замусорились, то есть не несут необходимой информации.

Полученные результаты первой экспедиции подтолкнули исследователей к проведению более комплексной подготовительной работы. Во время поездки ученые посещали местные музеи и анализировали единичные находки, отмечали места, где на пляж вынесло артефакты (древние стоянки хоть и стояли на берегу Оби, но за прошедшее время русло реки сместилось и обрушило почву, таким образом потенциальные памятники в наши дни находятся в воде или разбросаны вдоль нее. Находки лежат в песке, без исторического контекста). Контакты с людьми, работающими в сфере золотодобычи, позволили дополнительно изучить геологические разрезы. Большим плюсом в подготовке экспедиции являются современные технологии. Если раньше исследователи пользовались только картой и своим пространственным мышлением, не имея возможности полноценно реконструировать древний ландшафт, то в наши дни существуют трехмерные модели, которые формируются на основе георадарной съемки из космоса. Создается детализированная 3D-картина современной местности и сравнивается с гипотетической времен древности. Полученные наглядные данные коллективно обсуждаются, и в итоге ученые приходят к выводу, в каком направлении стоит сосредоточить усилия.

Как и следовало ожидать, северные экспедиции связаны с различными трудностями. Добираться до места поиска памятников приходится по воде. Благодаря предыдущим проектам ИАЭТ СО РАН приобрел два теплохода, один из которых и использует команда. Однако этот вид транспорта может передвигаться не везде, в некоторых местах приходится пересаживаться на лодку. Во время поиска артефактов на берегу пляжей археологи идут пешком вдоль берега, расстояния могут достигать до 15–16 км. Северные природные условия тоже замедляют проведение работ. К примеру, идеальное время для поиска – начало лета. Однако в июне уровень воды в реках еще высокий, и пляжи, находки с которых служат ориентиром, затоплены водой. Поэтому начинать приходится в июле и заканчивать уже в холодные осенние месяцы. По мере проведения работ археологами был накоплен определенный опыт, но часто возникают ситуации, когда становится понятно, где нужно копать шурф, однако мешает мерзлота. Если выдолбить лед, в течение дня земля на солнце оттаивает, и ровный грунт превратится в полужидкую грязь, стенки начнут обваливаться, так что больше двух метров выкопать невозможно, а для исследования необходимо пять. Также доставляют неприятности моренные отложения (хорошо спрессованная галька, щебень, глина), которые иногда перекрывают древние отложения четвертичной истории человечества. Они обычно толщиной не больше метра, однако невозможно определить, где конкретно на них наткнешься. То есть необходимо выкопать целую серию шурфов, чтобы понять, где моренные отложения точно отсутствуют, после чего можно будет углубляться дальше. В силу дороговизны северных экспеди-

ций команда состоит всего из 12 человек. Трудовых ресурсов немного, поэтому природно-климатические сюрпризы сильно замедляют достижение поставленной научной цели.

Поскольку на данный момент палеолитический памятник так и не был обнаружен, говорить о находках рано. Как отмечалось выше, зачастую стоянки древнего человека располагались на берегу Оби и со временем были затоплены водой. Поэтому сегодня на пляже можно обнаружить различные древние артефакты. «После затопления памятника артефакты никуда исчезли, по нашим данным, они могут быть перенесены максимум на 500–600 метров. Находок без контекста просто огромное количество: кости, скребла, бивни мамонта. Хоть мешками собирай, но без привязки к памятнику, культурному слою полезной информации от них получить практически нельзя. Ученый в такой ситуации может сделать лишь две вещи: не трогать артефакт и оставить на месте, либо зафиксировать, описать и сдать в музей на хранение, чтобы в будущем другой исследователь мог сделать какие-то свои выводы. Так как в науке за десять лет меняются парадигмы, на данный момент мы пришли к выводу, что всего лишь пять лет археологические данные о местности остаются актуальными, спустя время даже наличие бесконтекстного предмета может оказаться полезным», — рассказывает Александр Постнов. Наиболее ценные из найденных предметов археологи всё же сохраняют. В основном это нуклеусы — камни со следами обработки. Для специалиста интереснее всего технологически выраженные вещи, не такие утонченные, но способные рассказать о способах производства и культурных традициях. Среди находок также можно отметить бивни мамонта со следами обра-

ботки человеком и целый череп шерстистого носорога.

Потенциал у северной археологии огромный. Если проводить параллель с Денисовой пещерой, где из-за холода сохранность генетических материалов очень хорошая, даже ДНК можно выделить, то на Севере ситуация схожая. Условия вечной мерзлоты будто цементируют отложения и гипотетически должны сохранить максимальное количество информации. «Для нас не стоит вопрос, обитал ли древний человек на этой территории или нет. Мы знаем точно, что да. Важно найти, где конкретно, в какое время и в каких условиях. Если не получилось достигнуть цели сходу, то к нам пришло понимание закономерностей процессов. Понятно, что по сравнению с югом место не такое комфортное, плотность населения была однозначно значительно меньше. Поэтому требуются большие усилия, глобальные проекты всегда дают результаты не сразу. Однако вопрос открытия палеолита и стоянок на Севере — это вопрос времени. В случае обнаружения, конечно же, будем изучать памятник. Гипотетически существует множество культур, поиск палеолита — это конкретно сформулированная задача, но есть вероятность обнаружить что-то другое. Интересно было бы сравнить, как северный палеолит соотносится с южным, и в целом попробовать ответить на вопрос если не для научного сообщества, то лично для себя: почему человек осваивал Север? Что им двигало? Зачем было уходить из Африки, где окружающая среда значительно комфортнее?» — подвел итог Александр Постнов.

Андрей Фурцев  
Фото автора и предоставлены исследователями

## Задачи со свободными границами

Что объединяет такие явления, как волны в океане, полет кумулятивной струи, таяние льда, распространение трещины в нефтеносном пласте, поток вулканической лавы? Их объединяет наличие свободной границы, разделяющей различные среды или разные агрегатные состояния вещества. Понимание закономерностей движения сплошной среды при наличии свободных поверхностей необходимо при проектировании и эксплуатации разнообразных систем.

Одним из инструментов изучения указанных явлений и процессов является математическое моделирование. Причем, в отличие от классических задач математической физики, в задачах со свободными границами наряду с решением системы дифференциальных уравнений требуется найти и область, в которой это решение определено.

Подобные задачи отличаются многообразием содержания и богатством приложений. Это объясняет широкий спектр научных направлений, которые охватывает конференция «Задачи со свободными границами: теория, эксперимент и приложения». Конференция проводится каждые три года, начиная с 2002-го, и традиционно — в одном из городов Сибири. Предполагалось, что VII конференция пройдет в Красноярске. Оргкомитет получил более 140 заявок из 14 городов России и 14 стран. Однако жизнь внесла коррективы в наши планы, и конференция прошла в онлайн-режиме с 1 по 4 июля на базе Института вычислительного моделирования ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН».

На конференции сделано 5 пленарных, 87 устных и 18 стендовых докладов (стендовый в контексте онлайн-формата означает малую продолжительность доклада). Среди докладчиков — 4 академика и 5 членов-корреспондентов РАН, 46 докторов и 59 кандидатов наук. Около трети участников конференции — это научная молодежь. География докладчиков охватывает 17 часовых поясов — от меридиана Сиднея на востоке до меридиана Сан-Франциско на западе.

В газетной статье невозможно рассказать обо всех интересных сообщениях, представленных на конференции. Мы ограничимся лишь некоторыми из них. Важное место в программе заняла тематика, связанная с геофизическими приложениями. Задача о волнах на воде, сформулированная **О. Коши** и **С. Пуассоном** около 200 лет назад, до сих пор привлекает исследователей. Новый импульс в ее изучении был дан статьей **В. Е. Захарова**, опубликованной в журнале «Прикладная механика и техническая физика», № 2 за 1968 год. Оказалось, что эта задача допускает формулировку в виде бесконечномерной гамильтоновой системы. Это позволило использовать для ее анализа аппарат гамильтоновой механики и развить теорию слабой турбулентности волн на воде. В плоской задаче теории волн с помощью методов комплексного анализа удалось исследовать нелинейные когерентные структуры в виде волн-убийц. Результаты численного моделирования, представленные в пленарном докладе д.ф.-м.н. **А. И. Дьяченко**, Ph. D. **С. А. Дьяченко**, академика РАН **В. Е. Захарова** и д.ф.-м.н. **П. М. Лушников** «Гидродинамика свободной поверхности в конформных переменных», хорошо согласуются с наблюдаемыми природными явлениями и опытными данными, и получены благодаря сотрудничеству ученых из Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН, Сколковского института науки и технологий, Университета Иллинойса в Урбане — Шампейн и Университета Нью-Мексико в Альбукерке, США. Другое важное приложение теории волн на воде относится к прогнозу масштабов затопления при

цунами. Этому вопросу был посвящен еще один пленарный доклад д.ф.-м.н. **С. Ю. Доброхотова**, к.ф.-м.н. **Д. С. Миненкова** и чл.-корр. РАН **В. Е. Назайкинского** из Института проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН «Асимптотические решения нелинейной задачи о накате на берег длинных волн, порожденных локализованным источником». Авторы получили асимптотические разложения решения слабо нелинейной задачи эквивалентной исходной; причем их главный член совпадает с асимптотиками линеаризованной системы «мелкой воды», найденными с помощью канонического оператора Маслова.

Волны на поверхности жидкости являются не только объектом приложения математических методов, но и стимулом для создания новых подходов. Известные в современной теории солитонов уравнение Кортевега — де Фриза и система уравнений Буссинеска относятся к классу интегрируемых систем методом обратной задачи теории рассеяния. В докладе д.ф.-м.н. **О. В. Капцова** и **Д. О. Капцова** (ИВМ СО РАН) найдены не только новые N-солитонные решения этой системы, но и описано их упругое и неупругое взаимодействие, а также процессы слияния и распада уединенных волн.

Процессы турбулентного перемешивания в жидкости определяют особенности течений в различных масштабах. В атмосфере и океане они являются причиной многих характерных, в том числе и катастрофических, явлений, влияют на глобальный климат планеты. В технике, например, эффективное перемешивание потоков, движущихся с различной скоростью, является принципиальной проблемой при создании гиперзвуковых летательных аппаратов, а в мини- и микросистемах — при разработке микромиксеров.

Уравнения гидродинамики, полученные на основе фундаментальных физических законов, удивительным образом могут успешно использоваться для описания динамики течений разных масштабов. Так, математическая модель турбулентного перемешивания, разработанная для течений в океане и атмосфере, применена для изучения развития высокоскоростных струй в ячейке Хеле-Шоу с характерным размером порядка нескольких миллиметров. Результаты применения «универсальной» модели для этого класса течений представлены в докладе сотрудников Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН д.ф.-м.н. **А. А. Чеснокова** и д.ф.-м.н. **В. Ю. Ляпидевского** «Слой смешения и струи в мелкой воде и течениях Хеле-Шоу». Предложенная модель позволяет построить и проанализировать стационарные решения, найти форму турбулентной струи и распределение основных гидродинамических характеристик внутри нее, а также сравнить полученное решение с экспериментальными данными.

Многообразие явлений, возникающих при совместном движении жидкости и газа, было продемонстрировано в пленарном докладе «Эволюция двумерных и трехмерных волн в движущихся пленках жидкости» (авторы: академик РАН **С. В. Алексеенко**, д.ф.-м.н. **А. В. Черданцев**, академик РАН **Д. М. Маркович** и к.ф.-м.н. **С. М. Харламов**, Инсти-

тут теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН). В докладе отражены результаты экспериментального и теоретического моделирования эволюции двумерных и трехмерных волн в движущихся пленках жидкости для трех случаев движения: свободное стекание жидкой пленки по вертикальной пластине, течение пленки под действием силы тяжести и спутного высокоскоростного потока воздуха, стекание жидкости в форме ривулета. В экспериментах применены метод лазер-индуцированной флуоресценции, позволяющий получать мгновенные картины пространственного распределения локальной толщины пленки (порядка доли миллиметра), и метод искусственной генерации волн регулярными пульсациями расхода жидкости, дающий возможность управлять режимами течения. Во всех изученных случаях вначале возникают двумерные волны, которые хорошо описываются линейной теорией. На больших длинах пробега могут наблюдаться как стационарные двумерные волны, так и развал двумерных волн в трехмерные нестационарные структуры типа трехмерных солитонов. Однако эволюция волн для рассматриваемых трех случаев движения существенно различается.

Закономерности движения пленок жидкости определяются многими критериями подобия, одним из наиболее важных является число Капицы (академик **П. Л. Капица** является родоначальником науки о волновых движениях жидких пленок). В докладе «Нелинейные волны в пленках при малых числах Капицы» (к.ф.-м.н. **А. Н. Белоглазкин** и д.ф.-м.н. **В. Я. Шкадов**, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) показано, что уменьшение числа Капицы (это соответствует увеличению вязкости) приводит к появлению новых свойств волновых решений. В частности, существует граница бифуркационного перевала на карте параметров экспериментов, разделяющая два типа мягких бифуркаций. Установлен механизм подавления мелкомасштабной ряби и сглаживания передних волновых фронтов движущихся уединенных волн.

Пленарный доклад «Возникновение конвекции Марангони при модуляции поля температуры» д.ф.-м.н. **Б. Л. Смородина** из Пермского национального исследовательского государственного университета и несколько других докладов были посвящены конвекции Марангони. Этот тип конвекции специфичен для течений со свободной поверхностью, он вызван зависимостью коэффициента поверхностного натяжения от температуры и/или поверхностно-активного вещества (ПАВ). В докладе представителей пермской гидродинамической школы «К вопросу о динамике пленки нерастворимого ПАВ на поверхности жидкости» (д.ф.-м.н. **В. А. Демин**, к.ф.-м.н. **М. И. Петухов**, ПНИГУ; **А. В. Шмыров**, к.ф.-м.н. **А. И. Шмырова**, Институт механики сплошных сред УрО РАН) экспериментально и аналитически было изучено взаимодействие обоих типов конвекции Марангони. Свободная поверхность при этом рассматривалась как специальная фаза, наделенная своей реологией. Выявлен пороговый механизм релаксационного процесса приближения системы к состоянию равновесия.

Другой традиционный класс задач составляют проблемы гидродинамической устойчивости. Заметим, что поверхности раздела не всегда бывают четкими, поскольку жидкости могут растворяться друг в друге. О необычном развитии неустойчивости в двухслойной системе при слабой гравитации шла речь в пленарном докладе профессора **В. М. Шевцовой** из Центра микрогравитации Свободного университета Брюсселя «Неустойчивости на границе смешивающихся жидкостей, подверженных действию вибраций». Другой механизм неустойчивости изучен в работе «Управление волной плотности в двухслойной системе реагирующих смешивающихся жидкостей» д.ф.-м.н. **Д. А. Брацуна** и к.ф.-м.н. **Р. Р. Сираева** из Пермского национального исследовательского политтехнического университета. Первоначально разделенные жидкости в вертикально ориентированной ячейке Хеле-Шоу вступают в реакцию нейтрализации, которая порождает волну плотности ударного типа, могущую потерять устойчивость. Полученные результаты могут быть использованы для создания микрожидкостных реакторов проточного типа.

Еще одно важное направление представляют задачи с фазовым переходом, история которых началась в первой половине XIX века, а общая постановка дана австрийским физиком **Й. Стефаном** лишь в 1889 году. В качестве первого приложения им была рассмотрена задача о таянии полярных льдов. Сейчас актуальны задачи о фазовых переходах, осложненные пористой структурой твердой фазы и фильтрующей в ней жидкости. Этому вопросу был посвящен доклад молодых ученых из Алтайского государственного университета **Р. А. Вирца**, к.ф.-м.н. **К. А. Шишмарева** и к.ф.-м.н. **М. А. Токаревой** «Нестационарная задача фильтрации жидкости в промерзающих (оттаивающих) почвогрунтах». Другой важный аспект этой теории связан с необходимостью описания последствий потепления климата в зоне вечной мерзлоты. Такой прогноз дан в докладе «Моделирование деградации многолетнемерзлых пород при потеплении климата в условиях Центральной Якутии на ближайшие 300 лет» сотрудников Института проблем нефти и газа СО РАН **В. А. Иванова** и д.т.н. **И. И. Рожина**. Интересно отметить, что задачи, близкие к задаче Стефана, возникают в финансовой математике, только там «начальные условия» задаются в будущем. Одна из таких задач рассмотрена в докладе «Численный метод решения задачи о ценообразовании срочного американского опциона» (к.ф.-м.н. **А. А. Ефремов** и чл.-корр. РАН **В. В. Шайдулов**, ИВМ СО РАН).

Парение капли над горячей сковородой (эффект Лейденфроста) наблюдается более 250 лет. В 2013 году сотрудник Тюменского государственного университета **А. А. Федорев** (ныне — доктор технических наук) обнаружил, что при локальном нагреве свободной поверхности воды образуется структура с гексагональной симметрией, напоминающая пчелиные соты (капельный кластер). Им совместно с д.т.н.

## Вниманию читателей «НвС» в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также в книжном магазине «Капиталь» (ул. Максима Горького, 78).

Адрес редакции, издательства:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел.: 238-34-37.

Мнение редакции может  
не совпадать  
с мнением авторов.

При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна.

Отпечатано в типографии  
ООО «ДЕАЛ»:  
630033, г. Новосибирск,  
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 11.08.2020 г.  
Объем: 3 п. л. Тираж: 1000 экз.  
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Reg. № 484 в Мининформпечати  
России, ISSN 2542-050X.

Подписной индекс 53012  
в каталоге «Пресса России»:  
подписка-2020, 2-е полугодие.  
E-mail: [presse@sb-ras.ru](mailto:presse@sb-ras.ru),  
[media@sb-ras.ru](mailto:media@sb-ras.ru)  
Цена 11 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2020 г.

## ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года!

И не забывайте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это:

- 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно;
- 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;
- статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном; самые свежие новости о работе руководства СО РАН;
- полемичные интервью и острые комментарии; яркие фоторепортажи; подробные материалы с конференций и симпозиумов;
- объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.

Если вы хотите забирать газету в здании Президиума СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (проспект Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн–пт, с 9:30 до 17:30). Стоимость полугодовой подписки — 200 руб.

Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».



По этой ссылке  
вы можете  
присоединиться  
к нашей группе  
в «Инстаграм»

Сайт «Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

## Задачи со свободными границами

Окончание. Начало на стр. 11

Л. А. Домбровским (Объединенный институт высоких температур РАН), профессором М. Носоновским (Университет Висконсина, Милуоки, США), Ph. D. Э. Бормашенко и Ph. D. М. Френкелем (Университет города Ариель, Израиль) представлен доклад «Ограничение площади нагрева поверхности воды как условие образования упорядоченного капельного кластера», где изучены критические условия образования капельного кластера и степень упорядоченности микрокапель. Для математической обработки экспериментальных результатов был использован подход, основанный на понятии энтропии Шеннона и диаграммах Вороного. Другими примерами плодотворного сотрудничества ученых разных стран являются доклады «Влияние сил сжатия в плавающем ледяном покрове на генерацию волн при движении погруженного цилиндра в жидкости» (подготовлен д.ф.-м.н. И. В. Стуровой, ИГиЛ СО РАН, и д.ф.-м.н. Ю. А. Степанянцем, Университет Южного Квинсленда, Австралия) и «Вихревые структуры в аттракторах инерционных волн» (авторы: д.ф.-м.н. Е. В. Ерманюк, ИГиЛ СО РАН, к.ф.-м.н. И. Н. Сибгатуллин, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Ph. D. С. Бури, Ph. D. Ф. Ожье, Ph. D. С. Жубои, D. Sc. Т. Доксуа, Высшая нормальная школа, Лион, Франция).

В последние годы возник устойчивый интерес к уравнениям, нелинейная структура которых может изменяться от точки к точке внутри области, где разыскивается решение. Задачи подобного типа успешно используются при обработке цифровых изображений, причем некоторые из применяемых моделей допускают изменение структуры уравнения в зависимости от решения. Здесь свободная граница — это априори неизвестная граница носителя решения вырождающегося дифференциального уравнения. Последним достижением в теории таких уравнений был посвящен доклад к.ф.-м.н. С. И. Шмарева (Университет Овьедо, Испания) и д.ф.-м.н. С. Н. Антонцева (ИГиЛ СО РАН) «Нелокальные параболические уравнения с нелинейностью, зависящей от решения».

Тезисы докладов, представленных на конференции, изданы в виде двуязычного сборника. Электронный вариант тезисов доступен по адресу: [http://conf.nsc.ru/freebound20/ru/freebound20\\_Abstracts](http://conf.nsc.ru/freebound20/ru/freebound20_Abstracts). Тексты отдельных докладов публикуются в журналах: *Interfacial Phenomena and Heat Transfer* и *Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics*.

Организаторы благодарят руководство ИВМ СО РАН во главе с директором д.ф.-м.н. В. М. Садовским и Красноярский математический центр за большую помощь в организации конференции. В организации конференции также участвовали Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирский государственный университет и Сибирский федеральный университет.

Председатель  
оргкомитета конференции  
чл.-корр. РАН В. В. Пухначёв,  
зампредседателя  
оргкомитета конференции  
д.ф.-м.н. В. Б. Бекежанова

## Возможно ли использовать искусственный интеллект на атомных электростанциях?

Реально ли внедрить искусственный интеллект в работу атомной электростанции, и какие функции он бы мог выполнять? Существуют ли на сегодняшний день АЭС, на которых уже используются технологии ИИ?



Отвечает старший научный сотрудник ФИЦ информационных и вычислительных технологий СО РАН кандидат технических наук Сергей Александрович Рылов:

«Об использовании искусственного интеллекта в АЭС писали научные статьи еще с 1970-х годов. Например: *Application of Artificial Intelligence Techniques to Digital Computer Control of Nuclear Reactors* («Применение методов искусственного интеллекта для цифрового компьютерного управления ядерными реакторами», 1975), *Robots for nuclear power plants* («Роботы для атомных электростанций», 1985), *Application of artificial intelligence for nuclear power plants surveillance and diagnosis problems* («Применение искусственного интеллекта для решения задач наблюдения и диагностики атомных электростанций», 1991). В последние годы увеличивается число исследований по данной тематике, в которых применяют современные технологии глубокого обучения нейросетей, позволяющие существенно повысить возможности искусственного интеллекта в атомной энергетике. ИИ является ключевой технологией для процессов автоматизации и контроля, приводящих в конечном итоге к повышению надежности и безопасности АЭС, минимизации человеческого фактора. Поэтому использование данных разработок в атомной энергетике сейчас является весьма актуальной и перспективной задачей.

Основные возможные функции искусственного интеллекта на АЭС — это наблюдение и диагностика. В первую очередь — использование в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП). Необходимо в реальном времени отслеживать показания тысяч датчиков, которые могут выходить из строя или деградировать, правильно реагировать на появ-

ление «тревог», быстро определять нестандартные события. ИИ поможет операторам не пропустить важные события на фоне множества других. В конечном итоге искусственный интеллект возьмет на себя функции оператора станции, а человеку останется лишь роль наблюдателя. Системы машинного зрения позволяют повысить точность определения трещин и дефектов в реакторах. В дальнейшем развитие технологий ИИ будет расширять возможности применения роботов для работы в опасных для человека областях.

Искусственный интеллект также может применяться в расчетах физических процессов. Например, с помощью нейросетей удастся ускорить расчеты изменения мощности в зависимости от движения стержней, что позволяет избежать лишних корректирующих движений и в итоге экономить десятки миллионов долларов в год. Методы глубокого обучения хорошо показали себя для предсказания сложного поведения плазмы при термоядерном синтезе, что приближает человечество к возможности получения энергии управляемого термоядерного синтеза.

Что касается второго вопроса, то сложно оценить реальную степень внедрения технологий ИИ в атомную энергетику из-за закрытого характера отрасли. Однако некоторые из перечисленных выше разработок уже внедряются в современные АЭС. Из открытых новостей нам, например, известно, что в конце 2019-го — начале 2020 года на Кольской АЭС внедрили систему машинного зрения для контроля применения средств индивидуальной защиты, которая автоматически отслеживает правильность их использования сотрудниками. Таким образом, снижается риск травматизма персонала при опасных работах».

Фото с сайта pixabay.com