



# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 20 марта 2025 года • № 10 (3472) • 12+



## В Омске обсудили Комплексный план развития СО РАН



Читайте на стр. 5

Новость

## СО РАН и НАН Беларуси ищут новые форматы сотрудничества

В новосибирском Академгородке состоялось рабочее совещание руководства Сибирского отделения РАН и делегации Национальной академии наук Беларуси.

Председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон** поставил вопрос о том, чтобы в совместной работе двух академических структур выделить направления, особо приоритетные для обеспечения безопасности и научно-технологического суверенитета Российской Федерации и Республики Беларусь. Особый акцент был сделан на недостроенности цепочки обращения сырья редких и редкоземельных металлов крупнейшего в мире Томторского месторождения в Арктике. «В высокотехнологичном использовании этих материалов крайне заинтересованы многие отрасли промышленности и в России, и в Беларуси», — считает глава Сибирского отделения. Другой масштабной платформой для сотрудничества он назвал источник синхротронного излучения СКИФ, первая очередь линейного

ускорителя которого успешно прошла тестовый запуск пучка.

Академик-секретарь Отделения физико-технических наук НАНБ **Сергей Сергеевич Щербаков** напомнил о недавних перестановках в правительстве Беларуси и о начале планирования очередной пятилетки, в том числе научных и научно-технологических программ. По его мнению, было бы целесообразно и продуктивно включать совместные работы на установке СКИФ в исследовательские программы Союзного государства России и Беларуси. Директор ЦКП СКИФ член-корреспондент РАН **Евгений Борисович Левичев** рассказал, что во время недавнего посещения синхротрона заместителем министра науки и высшего образования РФ **Айратом Ринатовичем Гатиятовым** обсуждалась идея «прикручивания» к СКИФ и его рабочим станциям новых практикоориентированных лабораторий. «Будет символично, если первая такая лаборатория станет международной, российско-белорусской», — считает Евгений Левичев.

По мнению Сергея Щербакова, критерием успешности совместной научной

деятельности являются не столько опубликованные статьи, сколько подготовленные специалистами высокой квалификации. «Мы хотим сформировать команду молодых исследователей, — поделился белорусский академик, — которые приедут в Сибирь и вживую познакомятся со СКИФ». Валентин Пармон предложил этой потенциальной группе принять участие в Международном научно-технологическом форуме «Технопром-2025», на котором, вероятно, будет проходить круглый стол по использованию потенциала СКИФ.

Во время совещания сторонами также обсуждались вопросы расширения обмена научной литературой, осмысления китайского опыта управления научно-инновационными процессами. Был согласован проект соглашения между НАНБ и ЦКП СКИФ, определяющего основные направления сотрудничества, взаимоотношения в сфере интеллектуальной собственности и другие правила взаимодействия.

Официально

В СО РАН  
будет создан  
Научно-экспертный  
совет

Такое решение было принято в ходе заседания Президиума Сибирского отделения РАН. Научно-экспертный совет призван выработать согласованные решения по вопросам организационного руководства научной деятельностью СО РАН.

«Это важный шаг, который необходим для нашей дальнейшей деятельности», — подчеркнул председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**.

Заместитель председателя СО РАН академик **Дмитрий Маркович Маркович** пояснил, что Научно-экспертный совет, создаваемый в структуре Отделения, будет осуществлять анализ и мониторинг выполнения проектов, которые идут под эгидой СО РАН и при его непосредственном участии как получателя средств и исполнителя. «У нас есть опыт реализации таких проектов, и временами мы сталкивались с моментами, когда подобной экспертизы не хватало», — отметил Дмитрий Маркович.

Согласно положению, основными задачами НЭС будут координация и контроль деятельности структурных подразделений СО РАН, участвующих в выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, реализуемых как самостоятельно, так и с привлечением других организаций; взаимодействие Сибирского отделения с потенциальными заказчиками таких работ; рассмотрение различных организационных и финансовых документов.

Председателем НЭС стал академик **Дмитрий Маркович**, а состав будет утвержден на одном из последующих заседаний Президиума СО РАН.

НВС

НВС

## Академику РАН Михаилу Ивановичу Эпову — 75 лет

Глубокоуважаемый Михаил Иванович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле сердечно поздравляют Вас, ученого с мировым именем в области геофизики и геофизических методов разведки, с 75-летним юбилеем!

Выпускник физматшколы и Новосибирского государственного университета, Вы посвятили свою жизнь развитию науки в Сибири и подготовке высококвалифицированных кадров. Ваши научные компетенции и лидерские качества ярко проявились в не самые простые для науки времена, но, как говорится, трудные времена рождают сильных людей. Сегодня Вы находитесь в авангарде научных исследований, будучи председателем Объединенного ученого совета СО РАН наук о Земле, председателем Научного совета по проблемам геологии, геофизики, разработ-

ки и переработки углеводородов при ОНЗ РАН, научным руководителем ИНГГ СО РАН и признанным лидером сибирской школы геоэлектрики. Вы возглавляете программные и организационные комитеты многих международных и российских научных конференций, выступаете с пленарными докладами, активно участвуете в развитии международных научных связей с зарубежными геофизическими компаниями.

Под Вашим научным руководством были созданы уникальные аппаратно-программные системы для геофизических исследований в наклонно-горизонтальных скважинах и сопровождения процесса бурения, включая исследования с морских платформ. Мировое признание получили работы по математическому моделированию в латерально-неоднородных анизотропных средах, учитывающие частотную дисперсию электрофизических параметров, которые завершились со-

зданием широко применяемых интерпретационных комплексов.

Инициированные Вами междисциплинарные исследования электрофизических моделей прискважинной области с учетом напряженно-деформированного состояния и процессов фильтрации в пористых флюидонасыщенных горных породах привели к созданию уникальной системы оценки фильтрационно-емкостных свойств нефтяных коллекторов по данным геолого-технологических измерений и каротажа. Работы по диффузионной электродинамике и гальванической томографии в проводящих средах стали основой систем мониторинга сейсмоактивных и городских территорий.

Ваш профессионализм, преданность делу и умение вдохновлять окружающих служат ярким примером для молодого поколения ученых. Мы искренне благодарим Вас за ваш вклад в развитие науки и образования, за ваше стремление к со-

вершенству и готовность делиться своими знаниями и опытом.

Дорогой Михаил Иванович, в этот особенный день мы желаем Вам крепкого здоровья, энергии и вдохновения для новых свершений! Пусть каждый новый день приносит Вам радость и удовлетворение от проделанной работы, а Ваши идеи продолжают находить воплощение в жизни!

Председатель СО РАН  
академик РАН В. Н. Пармон

Заместитель председателя СО РАН  
академик РАН Н. П. Похиленко

Заместитель председателя ОУС СО РАН  
наук о Земле  
академик РАН В. С. Шацкий

Главный ученый секретарь СО РАН  
член-корреспондент РАН А. А. Тулупов

### НОВОСТЬ

## Сибирские ученые уточнили возраст и источники пород в Западной Монголии

Сотрудники Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН уточнили возраст и источники пород основного состава (габброидов) для ряда объектов Западной Монголии. С помощью традиционных методов были получены новые данные по геохимическому и изотопному составу пород, а также установлен пермский возраст по циркону. Новым методом был определен изотопный состав гафния в цирконе, что позволило установить состав мантии (внутренней части Земли). Результаты опубликованы в журнале «Геология и геофизика».

Территория Монголии имеет сложное мозаичное строение, и разные ее части представлены породами, сформированными из мантии в результате различных геологических процессов. «В глобальном смысле в геологии существуют эпохи рудообразования. Наша задача — понять в теории, могли ли на изучаемой территории образоваться рудные залежи. Мы определяем возраст пород, затем состав мантии, из которой эти породы образовались, и таким образом ищем предпосылки для формирования месторождения», — пояснила научный сотрудник ИГМ СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Мария Олеговна Шаповалова**.

Состав мантии постоянно эволюционирует, и для геологов важно выяснить ее состав на момент формирования пород, которые мы видим на поверхности. Поскольку потрогать руками мантию ученые не в силах, судить о ее составе можно по циркону. Это характерный минерал для маг-



Полевой отряд лаборатории № 211 ИГМ СО РАН, выполняющий работу на территории Монголии. Август 2016 года

матических пород, использующийся для определения возраста и изотопного состава.

«Благодаря своей способности реагировать на различные геологические процессы с образованием новых генераций или перекристаллизацией уже существующих, циркон сохраняет отпечатки событий, происходивших с ним начиная с момента его кристаллизации», — прокомментировала Мария Шаповалова. Изучение морфологии, внутреннего строения и геохимии кристаллов циркона служит обоснованием его магматической природы, а определение возраста и анализ изотопного состава гафния в цирконе вместе с другими изотопными данными исследуемых пород дает наиболее важную информацию об их происхождении.

Ученые исследовали три габброидных массива на территории Хангайского нагорья в Западной Монголии. Все эти массивы имеют близкий возраст и относятся к пермскому периоду. Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой был определен возраст циркона, а также редкоэлементный (РЭ) состав и изотопный состав Hf. РЭ состав циркона указывает на магматическое происхождение и возможность использования изотопных характеристик для суждения о составе источника изученных пород.

Изотопный состав Hf в цирконе оказался различным для изученных массивов. Иными словами, если исключить влияние взаимодействия магм с вмещающими их породами, то можно сделать

вывод о том, что в формировании массивов в основном принимали участие два типа мантийных источников: обогащенный и деплетированный. Обогащенный источник дает нам предпосылки к поиску рудных месторождений на исследуемой территории.

«Монголия остается малоизученным и дискуссионным регионом до настоящего времени. Накопление новых данных о составе мантии приближает нас к открытию новых рудных залежей», — отметила Мария Шаповалова.

Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 22-77-00058.

Мария Шаповалова, ИГМ СО РАН  
Фото предоставлено автором

### АНОНС

## Сибирское отделение РАН объявляет о начале приема работ на конкурс эссе для школьников

Приглашаем учеников 7–11-х классов школ Новосибирской области принять участие в традиционном конкурсе эссе. Тема этого года — «Отечественная наука в годы Великой Отечественной войны».

Отечественная наука ни на день не прекращала работу даже в самые тяжелые годы Великой Отечественной войны. Ученые трудились

в тылу и на фронте, проводили фундаментальные исследования, а также активно внедряли полученные ранее результаты в практику. Многие выдающиеся ученые, о которых мы сейчас говорим как об основателях целых направлений и авторах больших открытий, совсем юными воевали на фронте.

В год юбилея Великой Победы конкурс эссе для школьников, который ежегодно

проводит Сибирское отделение РАН, будет посвящен именно этой большой теме. Вы можете написать как о работах, которые велись во время Великой Отечественной войны, так и о направлениях, развиваемых в те годы, о помощи ученых фронту или же сконцентрироваться на отдельном исследователе.

Срок подачи работ — до 15 апреля 2025 года включительно, после этой даты рабо-

ты не принимаются. Итоги будут объявлены 6–7 мая 2025 года. Подробности, касающиеся оформления и процедуры подачи работ, — по ссылке: <https://drive.google.com/file/d/115HC0Ap3CQr89diJ51hfA2U0tnrYfksk/view?usp=sharing> (см. приложения к постановлению Президиума СО РАН).

## Не теории, но гипотезы

Председатель Объединенного ученого совета СО РАН по наукам о Земле академик Михаил Иванович Эпов рассуждает об одной из важнейших проблем этой области знаний — проблеме востребованности и исчерпаемости горючих полезных ископаемых.

— В научном сообществе и в массмедиа постоянно дискутируется тема зависимости человечества от традиционных энергоносителей: нефти, газа и угля. Можно ли в принципе обойтись только гидро- и атомной генерацией, а также альтернативной энергетикой: ветровой, солнечной и геотермальной? Сторонники положительного ответа фокусируют внимание на загрязнениях, вызываемых сжиганием ископаемых энергоносителей и их производных, но и чистота зеленой энергетики также вызывает сомнения. Если присмотреться, то солнечная и ветровая генерации неосуществимы без первоначального использования энергии, получаемой традиционным образом. К примеру, чтобы соорудить ветроэнергетическую установку, потребуется не менее сотни тонн высококачественного металла, в основном алюминия, получаемого в процессе энергоемкого электролиза. Для выплавки и обработки других металлов необходимы руда, уголь и энергия для обогащения, плавки и других технологических операций. А где взять эту энергию? В основном — с обычных тепловых станций. То же самое и с солнечной энергетикой. Чтобы сделать батарею, нужен чистый кремний, который в природе встречается крайне редко. Соответственно, необходима первичная энергия для производства солнечных пластин. Популярный сегодня электротранспорт попадает в эту же логику: чтобы изготовить и зарядить аккумулятор «чистого» электромобиля или электробуса, нужна изначальная энергия от сжигания ископаемого горючего. Представить зеленую энергетику полного цикла — значит, поверить в реальность почти вечного двигателя, поскольку совокупный КПД ветрогенераторов и солнечных батарей планеты далек от 100 %.

Экологичность зеленой энергетики и экономики в целом тоже весьма относительна. К примеру, солнечные батареи не вечны, рано или поздно они требуют замены, а отработавшие — утилизации. Это снова затраты энергии. То же самое и с ветряками: как любые сложные механизмы, они постепенно изнашиваются. Пока масштабы применения невелики, проблема их утилизации не привлекает особого внимания, но уже существует. Еще об экологической обстановке: там, где установлены целые поля ветрогенераторов, из-за изменений воздушных потоков начинает изменяться климат. С недавнего времени на таких территориях стала наблюдаться всё более возрастающая гибель птиц. К тому же все ветряки, кроме слышимого звука, издадут не ощущаемый человеком низкочастотный инфразвук, способный негативно воздействовать на психику (что было эффектно доказано американским физиком Робертом Вудом, случайно вызвавшим панику в театре инфразвуковой волной). Причем, как сегодня выясняется, не только на психику, но и на весь организм.

То есть любая энергетическая стратегия выглядит выигршной и безобидной, пока реализуется в малых масштабах. Если же она приобретает глобальный или хотя бы региональный размах, негативные воздействия тоже масштабируются и становятся весьма ощутимыми. Да, есть еще атомная энергетика, занимающая в мировом энергобалансе (по данным «Росатома») около 17 %. Она считается практически чистой и достаточно безопасной,



М. И. Эпов

пока не случаются трагедии наподобие Чернобыля, Фукусимы и Три-Майл-Айленд. Эти события приводят к катастрофическим последствиям: смерти и болезням людей, заражению и многолетнему выведению из использования больших территорий. Гидроэнергетика тоже не всегда безопасна (вспомним Саяно-Шушенскую ГЭС, где в 2009 году погибли 75 человек), а экологические последствия давно и много обсуждались.

Наконец, в последние годы много говорят о водороде как едва ли не идеальном энергоносителе. Однако в природе чистый водород в малых количествах найден буквально в нескольких точках планеты: в Северной Африке, например. Знаний о природном водороде, его происхождении, расположении и ресурсах на сегодня минимум — только разнообразные гипотезы и предположения. Как можно получить водород? Самый, казалось бы, простой способ — электролиз, то есть разложение воды на водород и кислород. Тем не менее это очень взрывоопасный процесс, к тому же для разрыва связи атомов H и O в H<sub>2</sub>O необходимы высокие энергии — и мы попадаем в ту же логику, что с ветровой и солнечной энергетикой. Для любой «зеленой», «чистой», «правильной» энергетики нужна первоначальная энергетическая подпитка, которую невозможно получить без горючих ископаемых. Кроме того, будем помнить, что угли, нефти, газ — не только энергоносители, но основное и весьма ценное сырье для химической промышленности.

Периодически публикуемые в научных журналах и СМИ сообщения о быстром сокращении глобальных запасов нефти и газа — явное обоснование международных и национальных программ зеленой экономики, которые требуют огромных инвестиций и государственных преференций (льготных кредитов, налоговых послаблений и тому подобное), и в нее уже очень много вложено. На самом деле оценки ресурсов углеводородов и углей колеблются в очень широком диапазоне, хотя бы потому, что пока не очень понятно, продолжают ли в наше геологическое время процессы образования нефти.

Есть два основных взгляда на нефтегенез. Первый определяет первоосновой образования нефти отложения, содержащие органические остатки. Вторая гипотеза — в пользу сложных химических взаимодействий метана и водорода, поступающих из глубин Земли. Казалось бы, чисто научная дилемма, но она имеет геополитическое, цивилизационное звучание. Если эти запасы исчерпаемы — следует прогнозировать сроки их расходования и строить некоторую новую парадигму. Если возобновляемы — соответственно, другие прогнозы и парадигма.

Мне не хотелось бы вставать ни на одну из сторон, но приведу несколько интересных фактов. Известно, что на склонах некоторых вулканов встречаются так называемые фумаролы, своеобразные микровулканы с газовыми и жидкостными выбросами. В фумаролах одного из камчатских вулканов обнаружили нефть возрастом в 25 лет. Двадцать пять! Дискуссия об органической либо неорганической природе нефти вспыхнула с новой силой. Откуда взялась нефть в вулкане? Там и образовалась, другого ответа не видится. Правда, сторонники органической гипотезы предполагают, что в давнее геологическое время при дрейфе континентов пластины с органикой затянуло в глубоководную зону вулканизма (еще называют зоной субдукции). Тогда молодая нефть могла образоваться как из древней органики, так и из глубинных газов при наличии каталитических реакций.

Еще один феномен — второе дыхание месторождений, которые считались выработанными. Такие есть на Северном Кавказе, отработанные еще в советские времена, но затем, уже в нынешнем веке, там снова стала появляться нефть во вполне промышленных объемах. Опять тот же вопрос: откуда появилась? Сторонники органической гипотезы снова говорят о подземных перемещениях — просочилась в опустевшие пористые коллекторы. Оппоненты утверждают: нет, это новая нефть, поднявшаяся из глубин, где зародилась в результате метано-водородных взаимодействий. Еще факт — есть месторождения, выработавшие в пять-семь

раз больше первоначально рассчитанного запаса, хотя обычная ошибка в запасах — вряд ли более чем двукратная.

Поэтому я считаю, что в настоящее время еще не создана теория происхождения нефти — есть только две названные и вполне обоснованные гипотезы. У органической больше сторонников, но настораживает один не очень понятный нюанс. Можно оценить, сколько за всё время существования жизни на Земле было произведено органики, и сравнить с высчитанными глобальными ресурсами нефти. Этот баланс не сходится — органики оказалось намного меньше, чем нефти. Правда, если включить в органику бактерии, то значения сблизятся, но на сколько? Это всё не более чем оценки.

К тому же есть нефтяные коллекторы, залегающие в сплошных скальных породах, в гранитах, как, например, на знаменитом месторождении «Белый тигр» во Вьетнаме. Скальные породы никак не подходят для нефтегенеза, но имеют трещиноватость, и снова возникает вопрос: нефть прошла через них из близкорасположенных горизонтов или же поднялась откуда-то из глубин? Есть метод определения возраста нефтей по биомаркерам (вплоть до наличия ДНК), но он не работает применительно к самым древним, кембрийским, возрастом более полумиллиарда лет. Биомаркеров там не обнаружено, а сама нефть больше похожа на бензин, а не на привычную нам темную вязкую жидкость. В Иркутской области в 1962 году было обнаружено месторождение как раз такой нефти, что вызвало большой ажиотаж.

Древние нефти при этом очень разнообразны — встречаются твердые фракции, так называемые битумы. Гигантские месторождения битумов есть у нас в Якутии и в Канаде, где, кстати, разработали экономически оправданную технологию их разжижения паром. Одна из гипотез происхождения битумов — прогрев глубинных пород, которые «выварили» нефть до ее нынешнего состояния. Есть и совсем твердые виды нефти, внешне выглядящие как каменный уголь, так называемая тяжелая нефть. Это ценное химическое сырье, и в Республике Коми ее добывают шахтным методом. Я не говорю о гигантских запасах угля как такового, не только топливного, но и металлургического — основы для углехимии, впрочем, это уже не предмет нашего обсуждения.

Что в итоге? Сравнивая выгоды и риски зеленой и традиционной энергетики, следует, как мне кажется, отказаться от термина «альтернативная», то есть замещающая, приходящая на смену, а считать ее дополнительной. И ветровая, и солнечная, и атомная генерации стимулируют прогресс в определенных областях науки и технологий. Однако и горючие ископаемые изучены не настолько глубоко, чтобы говорить о каком-то гипотетическом завершении их использования земной цивилизацией.

P. S. Автор и редакция «Науки в Сибири» сердечно поздравляют Михаила Ивановича с 75-летним юбилеем! Желаем ему активного и продуктивного долголетия, крепчайшего здоровья, новых достижений и открытий, любящего и понимающего окружения!

Подготовил Андрей Соболевский  
Фото автора

## Научные доклады на заседании Президиума СО РАН: межчастичные взаимодействия, волны в жидких оболочках небесных тел, гемодинамика головного мозга и гетерогенные материалы

На заседании Президиума СО РАН доктора наук, которые примут участие в выборах в члены Российской академии наук, продолжили представлять свои исследования.

О межчастичных взаимодействиях как инструменте управления размерными эффектами в гетерогенных катализаторах и высокодисперсных системах рассказал заместитель директора ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» по научной работе доктор химических наук **Олег Николаевич Мартьянов**. Ученый отметил важность межчастичного взаимодействия при формировании высокодисперсных систем, в частности катализаторов.

«Межчастичные взаимодействия являются основой высокочувствительных методов *in situ* исследований гетерогенных катализаторов и могут служить инструментом изучения формирования наночастиц. Взаимодействия чувствительны к структуре поверхности наночастиц, это позволяет рассматривать процессы адсорбции, связи с носителями, перестройку атомов в самой частице. Изменение структуры приводит к изменению межчастичного взаимодействия. Высокая чувствительность обменного взаимодействия к строению наночастицы в совокупности с магнитными межчастичными взаимодействиями дают в результате эффективный метод исследования строения и свойств каталитически активных наночастиц с уникальной чувствительностью. Также одним из наших самых оригинальных открытий оказалось обнаружение тонкой структуры спектра ферромагнитного резонанса, которая возникает вследствие межчастичных взаимодействий. Эта структура оказалась настолько чувствительная, что с ее помощью можно изучать локальную неоднородность смещенных мanganитов лантана, а изменения локальной концентрации, в свою очередь, приводят к изменению кислородной подвижности и каталитической активности», — отметил ученый.

Помимо этого, Олег Мартьянов рассказал о разработке установки для исследования начальных стадий формирования наночастиц, на которой в режиме *in situ* исследователи получили массу интересных результатов в сверхкритических условиях. В частности, оказалось, если создается даже небольшой температурный градиент, то процессы формирования частиц идут разными способами.

«Новые данные позволили нам предложить несколько новых методов получения энергокомпонентных катализаторов. Например, соосаждение прекурсоров вместе с золями оксидов в сверхкритическом  $\text{CO}_2$  для синтеза высоконаполненных высокодисперсных моно- и биметаллических катализаторов. Также мы предложили способ иммобилизации металлоорганических координационных полимеров (МОКП) в аэрогелевой матрице. Удалось сохранить не только структуру каталитического активного центра, но и доступность. Впервые это позволило провести разделение близких органических молекул в проточном режиме. А так как МОКП практически не поддаются формированию, это принципиально ограничивает их практическое применение — здесь и нужен проточный режим. Межчастичные взаимодействия — эффективный инструмент управления поведением высокодисперсных систем», — подчеркнул исследователь.

С докладом о внутренних и инерционных волнах в жидких оболочках небесных тел выступил директор Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН

доктор физико-математических наук **Евгений Валерьевич Ерманюк**.

При приливном взаимодействии небесных тел спутник, движущийся вокруг вращающегося центрального тела, как правило, постепенно отдаляется. Скорость этого движения связана с глобальной диссипацией приливного движения в центральном теле. В большинстве планет диссипация происходит в относительно толстой жидкой оболочке, причем величина диссипации может меняться на несколько порядков в зависимости от конфигурации возбуждаемых в ней внутренних и/или инерционных волн. Земля в этом смысле необычна, поскольку порядка 95 % диссипации энергии приливного движения происходит в очень тонком жидком слое (Мировом океане), масса которого составляет около 0,023 % от массы планеты. Приливное движение в океане представляет собой горизонтальные колебания с амплитудой порядка 50 метров.

«При взаимодействии колеблющейся стратифицированной по плотности жидкости с рельефом дна происходит генерация внутренних волн. Суммарная мощность этого процесса в масштабах Земли составляет около 1 ТВт — порядка четверти от суммарной диссипируемой мощности приливного движения, составляющей 4 ТВт. Внутренние и инерционные волны имеют весьма специфические дисперсионные соотношения, в которые не входит масштаб длины. Соответственно, частота возмущения задает угол, под которым эти волны распространяются, а структура пучка волн зависит от геометрии границ жидкого объема. Решение задачи в рамках модели идеальной стратифицированной жидкости осложняется наличием сингулярностей на характеристиках, касательных к твердой границе области, на которых скорость обращается в бесконечность. Математически это сильно усложняет задачу. Для изолированных объектов (подводные горы, подводные аппараты) можно получить соотношение аффинного подобия, позволяющие при соответствующей замене переменных использовать результаты теории присоединенных масс тел, колеблющихся в однородной жидкости, для расчета мощности излучения внутренних волн телами, совершающими колебания в стратифицированной жидкости. Чтобы экспериментально проверить теорию на лабораторных масштабах, понадобилась разработка методики, позволяющей надежно измерить частотные характеристики колеблющихся тел при мощности излучения в диапазоне от  $10^{-8}$  до  $10^{-5}$  Вт, а для определения количественных характеристик пространственных полей внутренних волн потребовалось разработать ряд оригинальных оптических методов», — прокомментировал Евгений Ерманюк.

При дальнейших исследованиях ученые ИГиЛ СО РАН в сотрудничестве с коллегами из Лиона и Перми разработали несколько вариантов экспериментальных установок, позволяющих изучить характеристики волновой турбулентности в аттракторах внутренних волн. Это сложное явление, которое возникает при многократном отражении волн от границ области. Оказалось, что волны в аттракторе неустойчивы по механизму триадного резонанса. Возникающая в результате каскада неустойчивостей волновая турбулентность —

это физическая модель абиссального перемешивания в океане. Наличие абиссального перемешивания принципиально необходимо для замыкания схемы глобальной циркуляции вод в океане. В отдельных областях океана из-за сложного рельефа дна и наличия параллельных подводных хребтов возникают сложные системы внутренних волн, в том числе волновых аттракторов, достаточно мощных диссипативных структур, отвечающих за локальное перемешивание. В последнее время исследования ученых из ИГиЛ СО РАН направлены на исследование каскада энергии во вращающейся жидкости, в результате которого возникают нетривиальные азимутальные структуры — вихревые кластеры, волны Россби и другие. Характеристики волновой турбулентности и крупномасштабных вихревых структур исследуются в физических и численных экспериментах с помощью современных методов постпроцессинга данных.

Заведующий лабораторией биомеханики и многомасштабной механики сложных сред Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН доктор физико-математических наук **Александр Павлович Чупахин** представил доклад «Комплексное исследование гемодинамики головного мозга: клинические и лабораторные эксперименты, математическое и компьютерное моделирование».

«При изучении кровообращения важно исследовать не отдельно движение крови и отдельно сосуды, а взаимодействие потока крови в сосуде со стенкой этого сосуда и его окружением», — сказал Александр Чупахин. Для разветвленной сложной сети разномасштабных сосудов необходимо учитывать их геометрию. При этом гемодинамика работает по-разному, сосуды различаются по своим прочностным и реологическим свойствам, следовательно, необходимо опираться на реологию (деформационные свойства и текучесть веществ) и механику прочности. Сложный характер ламинарного течения крови, изобилующий вихревыми зонами и вторичными течениями, заставляет обращаться к гидродинамике и реологии жидкости. Течение крови в сосуде представляет собой единый гидроупругий комплекс «поток крови — вязкоупругая стенка сосуда — окружение сосуда», для понимания которого необходимо понимание гидроупругости.

Александр Чупахин более подробно рассказал о применении результатов работ при проведении операций. В частности, об использовании компьютеризованного приборно-измерительного комплекса для того, чтобы фиксировать изменение параметров кровеносной системы в ходе операции. «Это позволяет судить об эффективности действий», — отметил он. Кроме того, учеными разработан новый алгоритм эндоваскулярного лечения артериовенозных мальформаций (аномальных соединений между артериями и венами в обход капиллярной системы), а совместно с коллегами из Международного томографического центра СО РАН под руководством члена-корреспондента РАН **Андрея Александровича Тулупова** проводится серия экспериментов, направленных на изучение механики стенок сосудов совместно с гидродинамическими процессами.

Многие из результатов, полученные специалистами ИГиЛ СО РАН совместно с коллегами из ряда научных и медицинских учреждений, уже нашли применение в разработке новых методов лечения сосудистых патологий.

Врио директора Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН доктор физико-математических наук **Евгений Иванович Краус** рассказал о численном конструировании гетерогенных материалов с заданными свойствами.

«Перед нами стояла цель — получение физико-механических свойств гетерогенных материалов в экстремальных условиях, — пояснил ученый. — Для этого необходимо было установить закономерности динамического отклика, деформирования и разрушения гетерогенной среды при высокоскоростном соударении (до 20 км/с) при сложных условиях нагружения. Еще одна важная задача заключалась в том, чтобы создать отечественный программный пакет численного конструирования гетерогенных материалов с заданными свойствами».

По словам Евгения Крауса, для достижения намеченных крупных целей понадобилось решить ряд более мелких, но не менее важных задач. «Во-первых, нам нужно было создать численный инструментарий и реализовать в нем уравнения баланса массы, импульса и энергии, — объяснил ученый. — Во-вторых, разработать малопараметрическое уравнение состояния для гомогенных материалов с учетом плавления, а также уравнение процесса, учитывающее изменения механических свойств материала от давления и температуры. В-третьих, создать автоматический генератор сетки для произвольных геометрий и реализовать критерии разрушения. Для этого необходимо было разработать модель разрушенного материала и реализовать контактные условия по гибридной схеме (сеточного и бессеточного) методов. В-четвертых, провести верификацию и валидацию программного кода и создать модель гетерогенного материала. И наконец, разработать отечественный программный пакет, позволяющий осуществлять численное конструирование гетерогенных материалов с заданными свойствами».

Созданный специалистами программный комплекс, получивший название REACTOR 3D, позволяет проводить численный эксперимент по динамическому воздействию на гетерогенные, гомогенные материалы и конструкции, обеспечивая импортозамещение зарубежных пакетов (например, LS-DYNA, ANSYS и другие). «Разработанный нами программный комплекс с помощью модели прямого численного моделирования может предсказывать отклик гетерогенной среды от высокоэнергетического воздействия и с высокой точностью воспроизводить процессы деформирования, разрушения, образования кратера и формирования запреградного облака в гетерогенных средах. Также REACTOR 3D дает возможность конструировать структуру гетерогенного материала для формирования заданных физико-механических свойств», — заключил Евгений Краус.

# В Омске обсудили Комплексный план развития СО РАН

Первое заседание Координационного совета Межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение» по промышленности и научно-техническому развитию состоялось в Омске и было посвящено обсуждению механизмов исполнения регионами Большой Сибири национальной цели по достижению технологического лидерства, а также Комплексному плану развития Сибирского отделения Российской академии наук до 2035 года.



Г. Г. Гусельников

В работе Совета приняли участие ученые Сибирского отделения РАН, курирующие отрасль руководители органов исполнительной власти регионов, входящих в Межрегиональную ассоциацию «Сибирское соглашение», специалисты Исполнительного комитета МАСС, представители Министерства промышленности и торговли РФ, аппарата полномочного представителя Президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе.

Открывая заседание, первый заместитель председателя Правительства Омской области, заместитель председателя Координационного совета МАСС по промышленности и научно-техническому развитию **Рустам Рамилевич Мингазов** напомнил, что Президент России и федеральное правительство придают огромное значение национальной цели по достижению технологического лидерства. Так, по его словам, в реализацию девяти национальных проектов технологического суверенитета до 2030 года планируется вложить три триллиона рублей. «Чтобы добиться значимых результатов, необходимо синхронизировать наши усилия, причем не только профильных министерств и ведомств, но и разработчиков, производителей и, конечно, образовательных и научных организаций. Мы рассчитываем в этой работе на методологическую и информационную поддержку Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, которое участвует как исполнитель во всех национальных проектах технологического лидерства», — добавил Рустам Мингазов.

Не менее важной задачей в рамках достижения национальной цели «Технологическое лидерство» становится координация усилий с научным сообществом. Так, цель разрабатываемого Комплексного плана развития Сибирского отделения Российской академии наук до 2035 года — научно-технологическое обеспечение реализации Стратегии социально-экономиче-

ского развития Сибирского федерального округа до 2035 года и организация научно-технологической поддержки достижения национальной цели «Технологическое лидерство» на территории ответственности СО РАН.

Среди задач плана — рост обрабатывающей промышленности на 40 % в регионах присутствия СО РАН, входение Российской Федерации в Топ-10 по объему научных исследований и разработок, увеличение доли отечественных высокотехнологичных товаров и услуг в полтора раза.

Как сообщил заместитель председателя Сибирского отделения Российской академии наук академик **Дмитрий Маркович Маркович**, сейчас в Комплексный план развития Сибирского отделения РАН до 2035 года входит около 200 проектов, сформированных научными институтами и вузами, 71 из них предполагается реализовать в Новосибирской области. «Общая стоимость проектов превышает 400 миллиардов рублей, которые не заложены в бюджете, но по отдельным приоритетным проектам есть возможность использовать разные механизмы финансирования», — убежден академик. Сейчас план находится на согласовании в федеральных органах власти, утвердить концепцию развития СО РАН планируется в текущем году, добавил Дмитрий Маркович.

Начальник департамента по взаимодействию с органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления аппарата полномочного представителя Президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе **Василий Николаевич Соколов** выразил уверенность в том, что вновь созданный Координационный совет Межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение» по промышленности и научно-технологическому развитию послужит исполнению задач, поставленных руководством страны. Пример тому — положительная динамика индекса



Д. М. Маркович

промышленного производства в 2024 году. Так, по озвученной информации, новым лидером Сибирского федерального округа по росту промышленного производства в 2024 году стала Республика Алтай с показателем 111,3 %. Второй стала лидировавшая практически на протяжении всего прошлого года Иркутская область (109,5 %). Далее следуют Алтайский край (105,8 %), Новосибирская (103,4 %), Омская (103,3 %) и Томская (100,2 %) области.

Координационный совет МАСС по промышленности и научно-техническому развитию может стать новым инструментом реализации важнейших для страны проектов, согласился председатель исполнительного комитета Межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение» **Геннадий Геннадьевич Гусельников**. «На обсуждение Координационного совета вынесены важнейшие вопросы консолидации усилий сибирских регионов по выполнению заданных президентом России национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года в части организации системной поддержки наших регионов при решении важнейших задач и достижении целевых показателей национальной цели «Технологическое лидерство» и соответствующих национальных проектов», — подчеркнул Геннадий Гусельников.

Как сообщалось ранее, национальные проекты по обеспечению технологического лидерства будут реализовываться на основании единой методологии и единой системы координации для достижения национальной цели «Технологическое лидерство». В рамках реализации закона «О технологической политике в Российской Федерации» Министерству экономического развития Российской Федерации, министерствам и организациям, ответственным за реализацию национальных проектов по обеспечению технологического лидерства, совместно с Российской академией наук предстоит проработать предложения по установлению особенностей исполнения

таких национальных проектов, включая требования к системе управления реализацией карт технологической кооперации, предусматривающие в том числе описание производственно-технологических процессов, а также необходимых критических технологий и их разработчиков.

«Все паспорта национальных проектов по направлению «Технологическое лидерство» на данный момент утверждены», — сообщил коллегам заместитель директора департамента стратегического развития и корпоративной политики Минпромторга России **Сергей Сергеевич Клейменов**. Национальные проекты, по его информации, направлены на развитие десяти отраслей обрабатывающей промышленности. «Роль региона — зная, какие отрасли промышленности развиты на территории и как они могут обеспечить выполнение нацпроектов, максимально эффективно включиться в их реализацию», — подчеркнул Сергей Клейменов.

Заседание продолжилось обсуждением мер и механизмов исполнения субъектами Российской Федерации, входящими в Межрегиональную ассоциацию «Сибирское соглашение», национальной цели по достижению технологического лидерства и соответствующих национальных проектов. Своим региональным опытом поделились также министр промышленности и научно-технологического развития Омской области **Андрей Васильевич Посажеников**, министр промышленности и торговли Кузбасса **Алексей Сергеевич Гришин**, министр промышленности, торговли и развития предпринимательства Новосибирской области **Андрей Александрович Гончаров**, заместитель министра промышленности и торговли Красноярского края **Ирина Юрьевна Панина**.

По материалам  
информационного центра МАСС  
Фото предоставлены  
информационным центром МАСС

## К 100-летию со дня рождения академика Марчука

В историю российской науки **Гурий Иванович Марчук** навсегда вошел как последний президент АН СССР. 100-летний юбилей призывает по-новому осмыслить роль его личности в научно-техническом прогрессе страны и в восприятии огромного переданного нам позитивного опыта для опережающего развития.

Наследие Г. И. Марчука поражает многогранностью, энциклопедичностью и масштабностью решаемых проблем. Что касается форматов творчества, то они поистине уникальны. Во-первых, это личные исследовательские результаты. Во-вторых, создание научных школ мирового уровня по разным фундаментальным направлениям, активно развивающихся и поныне. В-третьих, формирование и руководство крупными научно-исследовательскими коллективами в Обнинске, Новосибирске и Москве. В-четвертых, научно-организационная работа на высших государственных должностях, включающая руководство и региональной наукой, и важнейшей для страны отраслевой наукой, и российской академической наукой. В-пятых, это научно-популяризаторская и просветительская деятельность, реализованная в ярких публичных выступлениях, сотнях статей и десятках книг.

В центре научных интересов Гурия Ивановича стояла вычислительная математика, где его достижения: интегральное тождество Марчука, метод расщепления по физическим процессам и теория сопряженных уравнений для анализа сложных систем, — стали классикой. Второе научное направление Гурия Ивановича — это физика атмосферы и океана с включением прогноза погоды, климата и экологии окружающей среды. Сформированные им коллективы включали единомышленников-энтузиастов от академиков до студентов. Регулярные плодотворные контакты с ведущими отечественными и зарубежными учеными, с Гидрометеослужбой и Главной геофизической обсерваторией РФ, а также с Всемирной метеорологической организацией, с Европейским геофизическим союзом и мировыми прогностическими центрами позволяют уверенно выдвигать фундаментальные и практические результаты в международных программах и проектах.

Гурию Ивановичу принадлежат пионерские идеи в становлении методологии математического моделирования и технологий крупномасштабного вычислительного эксперимента, включая взаимодействие человека с ЭВМ, автоматизацию построения алгоритмов, их распараллеливание и отображение на архитектуру компьютера. Организованный под его личным контролем машинный парк был третьим по мощности в СССР, являлся идеальным центром коллективного пользования для огромного контингента программистов и служил визитной карточкой новосибирского Академгородка.

Г. И. Марчук привлекал в создаваемые им институты выдающихся российских ученых: **А. С. Алексеева, Н. С. Бохвалова, В. В. Воеводина, С. К. Годунова, А. П. Ершова, А. Н. Коновалова, М. М. Лаврентьева, В. И. Лебедева, А. С. Марченко, Н. Н. Яненко**, основавших, в свою очередь, знаменитые научные школы, на базе которых создавались кафедры в Новосибирском и Московском университетах, в знаменитом Физтехе (МФТИ), обеспечивающие непрерывный поток талантливой молодежи. Выпестованный Гурием Ивановичем Вычислительный центр СО АН СССР стал альма-матер для десятков руководителей научных институтов и университетов, а также центром притяжения для многочисленных зарубежных гостей. Высочайший международный авторитет и нравственные качества снискали ему настоящих друзей среди ученых



Г. И. Марчук

с мировыми именами: **Ж. Лионс, И. Бабушка, П. Лакс, Э. Маженес, М. Уоллес** и многие другие. Блестящие доклады Г. И. Марчука на конференциях и лекции в крупнейших университетах всегда привлекали большие заинтересованные аудитории.

Работа Гурия Ивановича на высших руководящих должностях — это пример беззаветного служения Родине и борьбы за научно-технический прогресс. Его вклад равноценен как в укрепление фундаментальной российской науки, так и в упрочнение ее связей с производственными структурами, и в значительное усиление региональных научных центров Сибири, Урала, Дальнего Востока, и в поднятие уровня международного сотрудничества.

Свое вхождение в эшелоны власти Г. И. Марчук описывает в мемуарах следующим образом: «В 1980 году по звонку А. П. Александрова я приезжаю в Москву. Он говорит, что академик В. А. Кириллин подал заявление о сложении своих полномочий заместителя председателя СМ СССР и руководителя Госкомитета по науке и технике, «политбюро завтра будет рассматривать вопрос о Вашем назначении на эту должность»».

16 октября 1986 года, после ухода в отставку академика **А. П. Александрова**, по предложению отделения математики, при поддержке Президиума АН СССР и Политбюро ЦК КПСС Г. И. Марчук был избран президентом Академии наук. Это было время перестроек, которые кардинально коснулись и АН СССР. **М. С. Горбачёв** издал указ, по которому Академия наук определялась как неправительственная организация, независимая от партийных, государственных и общественных струк-

тур. В 1988 г., в связи с истечением срока полномочий Президиума Академии наук и всех ее выборных органов, были объявлены выборы ее нового руководства, и после бурных обсуждений на Общем собрании Г. И. Марчук был избран на новый срок.

Первые шаги Гурия Ивановича на посту президента Академии наук были связаны с омоложением состава Президиума, налаживанием взаимодействия академических институтов и различных министерств, с восстановлением технических наук в Академии, которые в эпоху **Н. С. Хрущёва** были переданы в отраслевые ведомства, с подготовкой правительственного постановления по укреплению математических наук, благодаря которому был построен прекрасный корпус для Математического института им. В. А. Стеклова в Москве, а в Ленинграде открыт Международный институт им. Л. Эйлера, с поддержкой биологических наук, пострадавших при лысенковщине, с укреплением международных академических связей.

Перестроечные реформы **М. С. Горбачёва** на фоне непростого экономического положения в стране вызвали волну оппозиционных настроений, в том числе в академической среде. В эти годы большой резонанс в стране имели выступления академика **А. Д. Сахарова**, который за свои политические акции был сослан в Горький. В 1987 г. **М. С. Горбачёв** отменил этот указ, и Г. И. Марчук в качестве президента АН СССР прилетел в Горький и предложил **А. Д. Сахарову** вернуться в родной московский Физический институт им. П. Н. Лебедева.

23 августа 1990 г. президент СССР **М. С. Горбачёв** издал указ № 627 «О статусе Академии наук СССР», согласно которому

Академия является общесоюзной самоуправляемой организацией, действующей на основе законодательства и собственного устава без какого-либо вмешательства государственных и иных структур. Устанавливались широкие имущественные права Академии наук, определялись основы финансирования, международного сотрудничества и социального обеспечения. К сожалению, дальнейшие кризисные явления в стране не позволили закрепить новые положения в уставе АН СССР.

Последующие политические события в стране привели к реорганизации АН СССР в Российскую академию наук. В декабре 1991 г. состоялось Общее собрание Российской академии наук, на котором с большой прощальной речью выступил последний президент АН СССР Г. И. Марчук. Этот знаменательный доклад был опубликован полностью в газете «Правда» и во многих других изданиях. Это был блестящий по форме и содержанию анализ почти 300-летней истории, текущего состояния и грядущих трагических перспектив российской науки. Речь Гурия Ивановича отличалась драматизмом, пророческим видением и верой в жизненные силы наших ученых, необходимые для преодоления предстоящих разочарований и утрат. Вот концовка его выступления: «Мы переживаем процесс разрушения нашего научного потенциала как целостной системы. Надежды на то, что можно финансировать и спасти хотя бы одну часть этой системы (например, только фундаментальную науку), иллюзорны. Наука — это живой организм, а не конгломерат автономных механизмов. К сожалению, концепции спасения отечественной науки, ее выживания и возрождения нет ни у политиков, ни у научной общественности. Реальные драматические процессы заслонены новыми идеологическими мифами, утопическими прожектами и абстрактными суждениями.

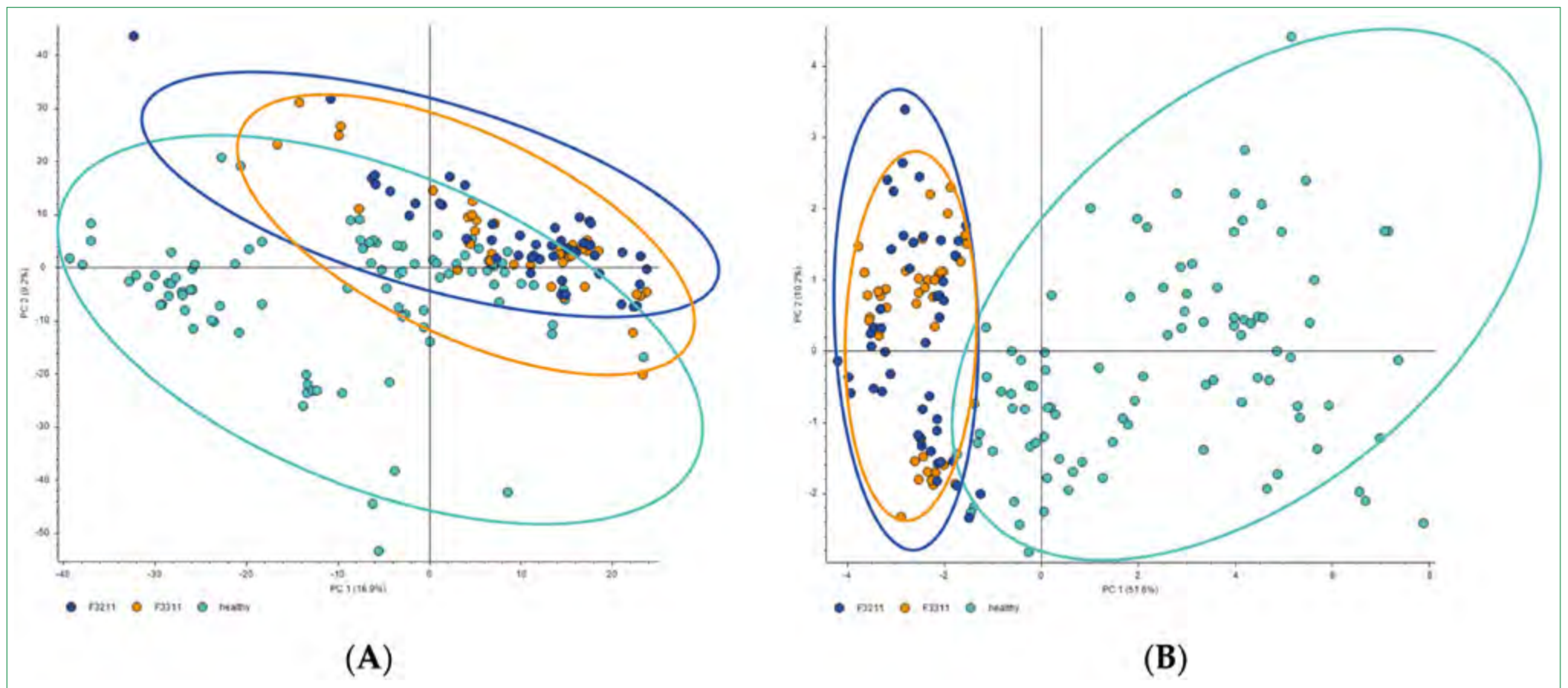
Уважаемые коллеги! Я хотел бы завершить это выступление — последнее выступление последнего президента Академии наук СССР, взглядом в будущее. Нелегкий путь, полный ежедневной работы и трудного поиска, предстоит пройти нашему научному сообществу в ближайшие годы. На нем ждут нас не только успехи и обретения, но и неизбежные разочарования и утраты. Осилит ли мы его? Я думаю, осилит. Залогом тому служат интеллектуальная мощь нашего общества, присущее ему понимание интересов страны и наше неизбывное стремление служить благу России, всего народа!»

Заслуги Г. И. Марчука оценены высшими правительственными наградами СССР, Франции и Индии, многочисленными почетными званиями и премиями, что не меняло всегда присущих ему скромности, отзывчивости, дружелюбия, готовности служить людям, философского отношения к жизни, глубокого проникновения и дара предвидения эволюционных процессов в обществе.

Проводимые в 2025 г. юбилейные мероприятия в честь 100-летия со дня рождения Г. И. Марчука — это дань глубокой признательности учеников и коллег Гурия Ивановича, свидетельство верности его заветам и готовности приумножать мировой авторитет российской науки, обеспечивать технологический суверенитет нашей страны и устойчивое развитие общества.

## Анализ крови на депрессию

Правильно диагностировать депрессию — не всегда легкая задача для врачей. Сделать это было бы гораздо проще, если бы существовал точный клинический анализ. Ученые из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН совместно с Томским национальным исследовательским медицинским центром РАН разрабатывают новый способ диагностики депрессии. Для него пациенту достаточно будет сдать кровь из вены. Статья об этом опубликована в международном журнале *Metabolites*.



Графики оценок метода главных компонент данных масс-спектрометрии до (А) и после (В) фильтрации, построенные в программном обеспечении Compound Discoverer с использованием шкалы Парето для пациентов с депрессивными расстройствами (F3211, синие точки) и рецидивирующими депрессивными расстройствами (F3311, оранжевые точки) и контрольной группы (здоровые, голубые точки)

«Поскольку однозначного клинического анализа, подтверждающего депрессивное расстройство, нет, врач ставит этот диагноз по набору определенных признаков. Их выявляют у пациента с помощью клинического интервью. На начальной стадии первые признаки различных психических расстройств могут быть очень схожи между собой, поэтому поставить точный диагноз не всегда возможно. В некоторых случаях требуется клиническое наблюдение за дальнейшим развитием психического расстройства. Изменения биологического характера, которые происходят в организме пациента, могут иметь невыраженный характер, это касается и определенных биохимических показателей. Однако в случае психических расстройств очень важно своевременное начало лечения. Для улучшения их ранней диагностики важно, чтобы в арсенале врача были различные лабораторные исследования, результаты которых по возможности могли бы подтвердить клинический диагноз», — рассказывает ведущий научный сотрудник Центра масс-спектрометрического анализа ИХБФМ СО РАН доктор химических наук **Александр Анатольевич Чернонос**.

Ученые разрабатывают способ диагностики депрессии с помощью анализа сыворотки крови, взятой из вены. Его проводят с помощью метаболомики — науки о метаболоме, который представляет собой полный набор метаболитов в организме (небольших молекул, продуктов конечных или промежуточных биохимических реакций организма).

Метаболомику можно поделить на целевую и нецелевую. Первая изучает отдельные вещества или группы метаболитов, информация о которых известна исследователю, вторая — объект всецело. С ее помощью анализируют все метаболиты в образце. Такой метод усреднен и направлен на то, чтобы определить максимально возможное количество веществ. Именно его ученые решили применить для диагностики депрессии.

«В нашей работе мы используем метод масс-спектрометрии, который позволяет определить как молекулярную массу отдельных соединений с точностью до десятых-тысячных долей, так и фрагментировать определенные молекулы и получать информацию об их структуре», — отметил Александр Чернонос.

Регистрация массы целой молекулы и ее фрагментов с высокой точностью позволяет определить брутто-формулу (молекулярную формулу) и строение молекулы путем сравнения полученных масс-спектров со спектрами, представленными в базах данных. В доступных базах данных содержится информация о спектрах фрагментаций более тридцати тысяч соединений. Для каждой молекулы существует набор масс-спектров, полученных при различных условиях, который формирует уникальный паттерн данных о соединении, что можно сравнить с отпечатками пальцев. На этом этапе могут возникнуть сложности и ограничения, поскольку не для всех метаболитов есть реальные спектры фрагментации. При наличии стандартов можно создавать и свои локальные базы данных соединений. Но проблема заключается в том, что веществ, которые можно выделить из образца, намного больше, чем тех, для которых есть такие спектры. Поэтому нецелевая метаболомика призвана решить две проблемы: не только найти вещества, позволяющие разделить группы образцов или группы пациентов, но и провести их идентификацию.

Как правило, исследователи определяют панель биомаркеров — веществ, которые именно в таком составе могут изменяться у человека с определенным диагнозом. Может оказаться так, что по отдельности каждое из этих соединений не сильно отличается по концентрации от нормативных показателей и находится в пределах погрешности. Когда несколько соединений содержатся в меньшем или большем количестве, этот эффект накап-

ливается, и различие между группами пациентов по этому набору соединений становится более существенным.

«Изначально мы определили около тысячи соединений, но только по 18 веществам удалось разделить группы пациентов и здоровых добровольцев. Большая их часть была идентифицирована неоднозначно, потому что в базах данных не было соответствующих масс-спектров. Однако, кроме реальных спектров, есть алгоритмы, которые позволяют построить теоретические масс-спектры, а также в последнее время стали использовать искусственный интеллект, позволяющий предсказать структуру. Примерно год мы занимались идентификацией соединений. С помощью комбинаций различных алгоритмов удалось в несколько раз увеличить количество идентифицируемых соединений», — прокомментировал ученый.

В работе описано предварительное исследование, и однозначно говорить о том, что определенные соединения ассоциируются с депрессивными расстройствами, пока рано. На данном этапе непонятно: изменения, которые происходят в организме, — причина такого диагноза или, наоборот, следствие.

«Например, мы обнаружили, что у пациентов с депрессией один из алкалоидов перца — пиперин — определялся с меньшей концентрацией. Естественно, это соединение попало в организм из окружающей среды. Тогда непонятно — из-за депрессии люди потребляют меньше перца или, наоборот, тот, кто меньше перчит, больше подвержен этому заболеванию. Это требует дополнительных проверок, но может быть одним из доказательств того, что не только эндогенные соединения (которые образуются в организме) могут быть ассоциированы с болезнью, но и экзогенные (поступающие извне)», — поделился Александр Чернонос.

Уже найдены 18 веществ, которые ассоциируются с депрессивными расстройствами. Далее исследователи планируют

разбираться, как и в каких биохимических путях способны участвовать эти соединения, за счет чего их концентрация в организме повышается или понижается. Найдя соответствующие биохимические пути и определив нарушения в работе определенных ферментов, можно будет определить изменения в геномике и наконец уже проводить генотипирование и соответствующий анализ по генотипу.

Изучая геном, можно говорить о пониженной или повышенной вероятности чем-то заболеть. Например, в случае онкологии такие процессы изучены лучше. Есть генетические анализы, которые позволяют определить вероятность возникновения определенного вида рака, но предсказать, когда именно возникнет болезнь, этим методом невозможно. Метаболомный анализ, наоборот, показывает лишь текущее состояние. Если сделать анализ одних и тех же веществ в разное время, то результат может отличаться.

«Такой анализ пока что требует современного оборудования и специалистов высокой квалификации, но наша задача — привести его к состоянию, когда это сможет делать обычный лаборант. Конечная цель исследований — разработка методов, которые бы позволяли сделать диагностику проще и дешевле. С помощью метаболомного анализа можно улучшить диагностику не только депрессивных расстройств, но и биполярного аффективного расстройства, шизофрении, болезни Паркинсона», — прокомментировал Александр Чернонос.

Следующим шагом ученые увеличат выборку исследования до двухсот человек. Кроме того, планируется проводить идентификацию всех соединений, которые могут быть выявлены с помощью метаболомного анализа, и пополнять базу спектров фрагментаций.

**Ирина Баранова**  
Иллюстрация предоставлена исследователями

Официальное издание  
Сибирского отделения РАН

Учредитель —  
Сибирское отделение РАН

Главный редактор —  
Елена Владимировна Трухина

Внимание 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), в здании Управления делами СО РАН (Морской проспект, 2, вахта). Также газету можно взять в Торговом центре Академгородка (ул. Ильича, 6, вход со стороны ДК «Академия», 1-й этаж, стойка рядом с банкоматом Т-Банка; вход со стороны продуктового супермаркета, 2-й этаж, стойка напротив суши-бара «Рыба.Рис»), в НГУ, НГТУ, НГПУ.

Адрес редакции, издательства:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
Морской проспект, 2. 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: 18.03.2025 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 1 100 экз.  
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
РСФСР от 26.12.1990 г.,  
ISSN 2542-050X.  
Подписной индекс 53012  
в каталоге агентства «Урал-Пресс».  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru  
Цена 13 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2025 г.

## ВАКАНСИИ

**Механико-математический факультет Новосибирского государственного университета** объявляет выборы на замещение вакантных должностей: заведующего кафедрой геометрии и топологии, заведующего кафедрой дискретной математики и информатики, заведующего кафедрой математических методов геофизики, заведующего кафедрой теории функций.

**Требования к кандидатам:** высшее профессиональное образование, наличие ученой степени и ученого звания, стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет.

**Срок подачи документов** — один месяц со дня опубликования объявления.

**Документы подавать по адресу:** 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, к. 4112, деканат ММФ, тел. 363-40-20.

**Новосибирский государственный университет** объявляет выборы на замещение следующих должностей: заведующий кафедрой менеджмента; заведующий кафедрой экономической информатики; заведующий кафедрой «Финансы и кредит»; заведующий кафедрой «Экономическая теория».

**Квалификационные требования:** высшее профессиональное образование; наличие ученой степени и ученого звания; стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет.

**Срок подачи заявлений** — один месяц со дня опубликования объявления.

**Документы подавать по адресу:** 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, к. 4339, конкурсная комиссия экономического факультета НГУ; тел. 363-42-14.

**Специализированный учебно-научный центр НГУ (СУНЦ НГУ)** объявляет выборы на замещение вакантных должностей: заведующего кафедрой математики СУНЦ НГУ — 0,1 ставки; заведующего кафедрой общественных наук СУНЦ НГУ — 0,1 ставки.

**Требования к кандидатам:** высшее профессиональное образование; наличие ученой степени и ученого звания; стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет.

**Срок подачи документов** — месяц со дня публикации объявления.

**Документы подавать по адресу:** г. Новосибирск, ул. Пирогова, 4, к. 1.9, отдел кадров СУНЦ НГУ; тел. +7(383) 363-42-39.

## НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

# Иркутские ученые реконструировали историю развития долины реки Белой

Ученые Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (Иркутск) реконструировали голоценовую историю развития долины реки Белой в пределах равнинной части ее бассейна. Для восстановления основных этапов специалисты проанализировали данные по строению и возрасту аллювиальных толщ, слагающих поймы и низкие террасы. Полученные результаты позволяют точнее детализировать хронологию экстремальных гидрологических событий в регионе. Результаты работы опубликованы в журнале «Геоморфология и палеогеография».



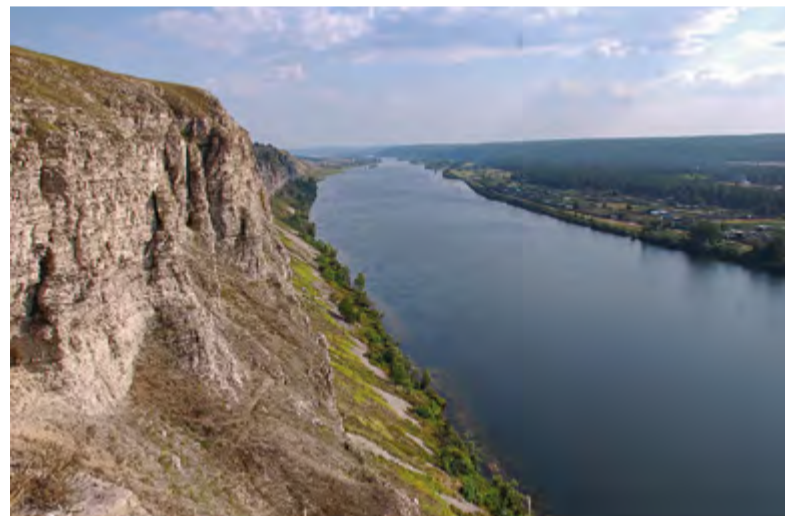
Долина реки Белой в нижнем течении



Описание аллювиальных отложений и отбор образцов



Форсирование водных преград в ходе полевых исследований



Выходы коренных пород по левому борту долины реки Белой

Климатические изменения, масштаб и скорость которых существенно возросли в течение последних десятилетий, оказывают значительное воздействие на различные компоненты природной среды и на человека. На территории Приангарья уже некоторое время усиливается деятельность циклонов, происходят катастрофические летние паводки, которые признаны одним из ведущих факторов чрезвычайных ситуаций. Наши знания о ритмике гидрологических событий ограничены периодом инструментальных наблюдений за стоком рек. Для повышения точности прогнозирования чрезвычайных ситуаций, связанных с паводками, необходима детализация хронологии экстремальных гидрологических событий на длительных (вековых, тысячелетних) временных отрезках. Решить эту задачу можно с привлечением косвенных данных.

«Развитие речной долины — длительный процесс, одним из проявлений которого является формирование пойм в результате колебаний водности рек. Многоводные периоды приводят к активизации процессов эрозии/аккумуляции, во время маловодных периодов поймы стабилизируются, закрепляются растительностью, что приводит к формированию на них почв. Органический углерод, являющийся одним из основных компонентов почвенного органического вещества, позволяет установить их возраст с применением радиоуглерод-

ного анализа и среди прочего выявить ритмичность многоводных и маловодных фаз, динамика которых тесно связана с климатом», — рассказала заведующая лабораторией геоморфологии ИГ СО РАН кандидат географических наук **Марина Юрьевна Опекунова**.

В период с 2018-го по 2022 год ученые собрали большой массив данных, куда входила информация, полученная в ходе полевого геоморфологического обследования, обработки синтезированных спутниковых изображений высокого разрешения, а также построения цифровых моделей рельефа. Затем исследователи проанализировали пространственное распределение пойменных генераций в нижнем течении реки Белой, состав и фациальное строение аллювиальных отложений различных генераций пойм и выявили динамические характеристики их формирования. Оценку последовательности накопления аллювиальных отложений специалисты провели, определив возраст погребенных почв и торфов радиоуглеродным методом.

Полученные результаты показали основные этапы развития долины реки Белой в пределах равнинной части ее бассейна, связанные с чередованием фаз высокой и низкой водности. Ученые выяснили, что этапы относительно невысокого речного стока и стабилизации флювиальных процессов в долине были характерны для

временных интервалов 12,9–7,0; 5,6–4,5; 4,1–2,3 и 0,3–0 тысяч лет назад и сменялись этапами высокой водности и активного осадконакопления на поймах 7,0–5,6; 4,5–4,1 и 2,3–0,3 тысяч лет назад.

«Развитие флювиальных процессов и ритмичность формирования исследуемых пойм хорошо вписываются в общий контекст колебаний температуры и увлажнения в регионе на протяжении позднеледникового и голоцена, соотносятся с динамикой ландшафтных компонентов. Ряд фаз высокой водности коррелируют с этапами деградации ледников в горах Восточного Саяна на протяжении последних 10 тысяч лет. Любопытным является факт совпадения одного из этапов высокой водности и активных паводков (7,0–5,6 тысяч лет назад) с периодом упадка ранне-неолитической китойской культуры, существовавшей в регионе с 9 до 7 тысяч лет назад», — отметил старший научный сотрудник лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв ИГ СО РАН кандидат географических наук **Виктор Александрович Голубцов**.

По словам ученых, результаты исследования позволяют рассматривать поймы реки Белой и других левобережных притоков реки Ангары в качестве значимых палеогеографических архивов.

Пресс-служба ИГ СО РАН  
Фото предоставлены исследователями