



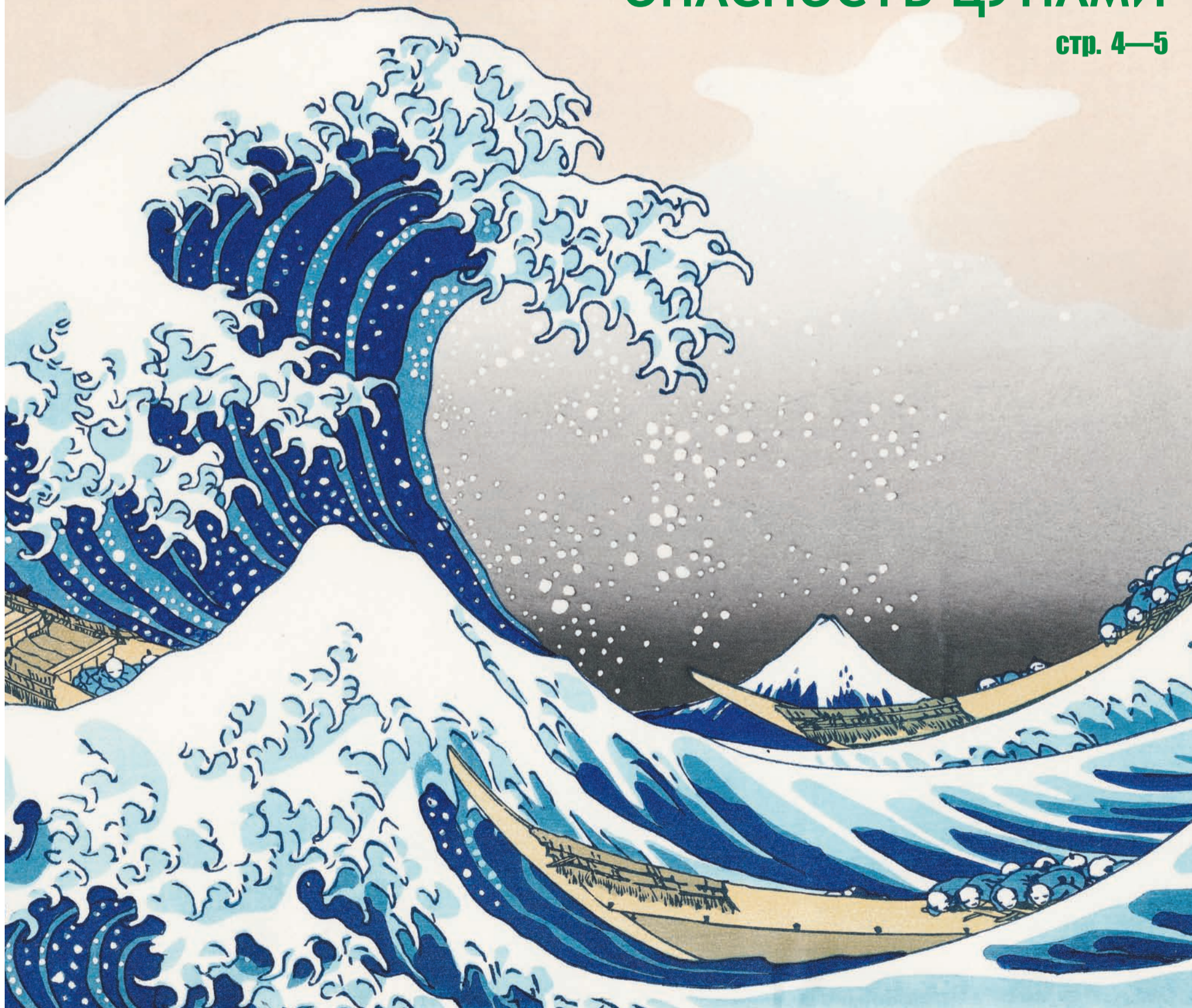
Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

16 марта 2017 года • № 10 (3071) • электронная версия: www.sbras.info • ISSN 2542-050X • 12+

СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ОЦЕНИВАЮТ ОПАСНОСТЬ ЦУНАМИ

стр. 4—5



АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ АВИАЦИИ
И АРКТИКИ

стр. 6

ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕПЕРЕМЕШИВАЕМЫХ
ОЗЕР

стр. 7

ТЕМНОХВОЙНЫЕ
СИБИРИ
МИГРИРУЮТ
НА СЕВЕР

стр. 8

СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ГОТОВЫ ШИРЕ ВКЛЮЧАТЬСЯ В ОСВОЕНИЕ АРКТИКИ

В новосибирском Академгородке прошло совместное совещание полномочных представителей Президента РФ в Сибирском и Уральском федеральных округах по вопросам научно-технологического сопровождения арктических проектов.

«Те цели, которые поставлены Президентом России, федеральным центром, мы можем решать только совместно», — обратился к участникам встречи полпред главы государства в СФО Сергей Иванович Меняйло, высказавшийся о необходимости создания постоянно действующей рабочей группы по Арктике из представителей двух округов. «Развитие Арктической зоны должно стать драйвером экономики неарктических территорий», — отметил представитель Президента РФ в УФО Игорь Рюрикович Холманских. Он предложил открыть всероссийский интернет-портал по вопросам экономического освоения приполярных территорий страны.

Председатель СО РАН академик Александр Леонидович Асеев обозначил «цифровую Арктику» в более широком понимании — как единую информационно-мониторинговую систему, вбирающую в себя большие массивы научных, экономических и других данных. Перечислив основные научные центры Сибири, работающие в интересах освоения северных территорий, А. Асеев выделил исследовательскую станцию на острове Самойловский и отметил необходимость возведения таких же современных объектов на острове Белый в Карском море и на Таймыре. Губернатор Ямало-Ненецкого автономного округа Дмитрий Николаевич Кобылкин сообщил о первом шаге — на о. Белом после экологического десанта и уборки открыт компактный стационар: «Эта площадка становит-

ся всё более популярной в научном мире». Глава ЯНАО также считает необходимым на этапе подготовки государственных заданий научным институтам системы РАН — ФАНО учитывать интересы полярных регионов.

Глава Уральского отделения РАН академик Валерий Николаевич Чарушин предложил сформировать федеральную исследовательскую программу и научный совет по северной тематике: «Нужен комплексный план исследования Арктики, объединяющий усилия ученых Сибирского, Уральского отделений Академии наук и всей России». Говоря о координации действий, академик А. Асеев предложил опираться на опыт организационной структуры программы «ИНО Томск»: «Она уже работает и показала свою эффективность». Курировать федеральную научную программу по Арктике, по мнению председателя СО РАН, должен государственный руководитель уровня не ниже вице-преьера.

Участники совещания приняли ряд предложений и рекомендаций федерального и регионального органам власти, министерствам и ведомствам. В частности, отмечена необходимость внесения в Стратегию научно-технологического развития РФ положений о приоритетности обеспечения Арктической зоны России и уточнения законодательства о природопользовании и недрах. Поддержаны инициативы по созданию межокружной рабочей группы и федерального интернет-ресурса, по дальнейшему формированию единого каталога продукции для Крайнего Севера. Первые итоги совместной деятельности в новых форматах Сергей Меняйло предложил подвести в июле 2017 года на международной промышленной выставке «Иннопром» в Екатеринбурге.

Соб. инф.

СПЕЦИАЛИСТ ПО ЛАЗЕРАМ ПРЕТЕНДУЕТ НА ПОСТ ГЛАВЫ АКАДЕМИИ НАУК

На заседании президиума Сибирского отделения РАН свою программу представил академик Владислав Яковлевич Панченко — один из трех кандидатов на должность президента Российской академии наук.

Возглавляющий сегодня Российский фонд фундаментальных исследований академик В. Панченко выступил с докладом, посвященным его научным интересам, — мощным лазерным пучкам и их применению в практике. С 1985 года ученый возглавлял Институт проблем лазерных и информационных технологий (ИПЛИТ) РАН, научным руководителем которого является по сей день. Здесь разработаны системы для индустриальной лазерной обработки (сварка, резка, закалка) материалов, в том числе специального назначения. Лазеры ИПЛИТ работают на отечественных предприятиях и экспортируются во многие страны мира: в частности, Владислав Панченко рассказал о российско-индийском проекте «Russind Lasers» и международном сотрудничестве по подводной сварке и резке металлов. В ИПЛИТ также созданы лазерные комплексы стереолитографии, которые широко применяются в авиационной промышленности и медицине — по существу, они являются важным элементом аддитивных технологий (АТ).

Одним из направлений работы ИПЛИТ, на котором подробно остановился академик В. Панченко, является разработка высокотехнологичных решений для медицины. Совместно с рядом московских институтов и клиник сформированы уникальные системы дистанционного изготовления индивидуальных 3D-имплантов и биодепозитов по томографическим данным предоперационного обследования пациентов, а также оригинальные лазерные системы быстрого прототипирования. Речь идет об установках селективного лазерного спекания микро- и нанопорошков, очистке в сверхкритических жидкостях, фемтосекундной наностереолитографии. Технологии биомоделирования внедрены в нейрохирургию, онкологию, реконструктивную и челюстно-лицевую хирургию более чем в 40 клиниках в России и за рубежом. Владислав Панченко рассказал, к примеру, как за счет этого стали возможными сложные черепные операции у детей в Институте нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко: срок пребывания под наркозом сократился с 2,5 до безопасного одного часа. Методом лазерной стереолитографии также изготавливаются импланты для спинальной хирургии в Московской клинической больнице № 21 и опухолевых операций в

Российском онкологическом центре им. Н.Н. Блохина. Интеллектуальные лазерные системы «Перфофор» и «Ланцет-М» проходят клинические испытания и применяются в Московском онкологическом НИИ им. П.А. Герцена и других клинических центрах.

«От лозунгов — к стратегическому взаимодействию с властью» — обозначил академик В. Панченко свой предвыборный девиз. Ученый считает, что РАН способна выполнить миссию обеспечения конкурентоспособности России на мировой арене и стать в этом контексте «коллективным экспертом глобальных рисков». «Неплохой идеей» назвал кандидат в президенты Академии наук отделение от нее административно-управленческой и финансово-хозяйственной функций, при этом Владислав Панченко привязывает свою предвыборную программу к роли РАН в реализации Стратегии научно-технологического развития России до 2025 года. Крайне важным он считает партнерство Академии с крупнейшими корпорациями (РЖД, Росатом, Роскосмос и другими) и с субъектами Федерации.

Во внутриакадемической жизни В.Я. Панченко предлагает укрепить и модернизировать информационные системы, сохранить все архивы и коллекции, а также «...перенести в РАН опыт управленческих технологий, наработанный в РФФИ». Со стороны сибирских ученых выступающий получил одобрительную и высокую оценку научной части его доклада и критику программы кандидата в президенты РАН.

«Осталось неясным, как Академия наук будет проводить предусмотренные ее Уставом исследования при фактическом изъятии у нее институтов в систему ФАНО», — отметил председатель СО РАН академик Александр Леонидович Асеев. Директор Института химии твердого тела и механохимии СО РАН академик Николай Захарович Ляхов также назвал услышанное «идеальной картиной, в которой РАН и институты ФАНО не разделены». Академик Алексей Эмильевич Конторович поставил вопрос: «Кто и как будет заниматься восстановлением государственного авторитета и влияния Академии? Как она будет взаимодействовать с правительством и ФАНО?». Директор Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН профессор РАН Сергей Валерьевич Головин заострил конкретную проблему: «Академия не сделала следующего шага — не наделила профессоров РАН реальными полномочиями и не включила их в управленческие структуры».

Соб. инф.

СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ НАМЕРЕНЫ ОДОМАШНИТЬ АЛТАЙСКОГО СОБОЛЯ

Новосибирские генетики проявляют пристальный интерес к этому зверьку, планируя работы по его одомашниванию. Промышленная domestikация уже проводилась. Но в ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН хотят продвинуться дальше, опираясь на тот опыт, который был получен в ИЦИГ при одомашнивании лис и норок.

Поставленная задача — сделать соболя по-настоящему ручным зверьком. Сейчас на звероферме института живут два десятка соболей, отловленных на Алтае. Основные исследования еще впереди, причем ведутся они исключительно по инициативе самих ученых, воспринимающих соболя как наше национальное достояние, требующее к себе повышенного внимания.

В первую очередь ставится задача сохранить генофонд алтайской популяции, в которой отмечается огромное разнообразие соболей. В свое время туда выпускали баргузинского, бурятского и амурского соболя. Поэтому теперь там возник некий «смешанный тип», очень интересный как раз для генетиков. Параллельно сибирские ученые вместе с московскими коллегами работают над генетической картой соболей для всей территории страны.

Как известно, некогда неограниченный по масштабам промысел ценного зверька привел к тому, что исконно сибирские соболя были выбиты практически подчистую. Для исправления ситуации в начале прошлого века возле озера Байкал был создан

Баргузинский заповедник, где еще сохранилось небольшое количество особей.

В 1920-е годы советским правительством было принято решение развивать промышленное звероводство и параллельно восстанавливать традиционный пушной промысел. Соболя, естественно, оказался в центре внимания. Охота на него была полностью запрещена в 1935 году, тогда же стартовала программа восстановления численности животных. Для этого учеными была разработана методика отлова и расселения соболей в те места, которые когда-то были хорошими соболиными угодьями. Было отловлено около двадцати тысяч особей, их поместили примерно в 100 районах по всей стране. Результаты не заставили себя ждать. По оценкам ученых, численность соболя составляет теперь примерно 1,5 миллиона особей.

Это вполне приемлемый уровень, позволяющий вести активный промысел. В настоящее время из тайги ежегодно изымается по 500–600 тысяч зверьков, что соответствует промышленным масштабам, и пока повода для тревоги нет. Судя по всему, это не отражается на численности популяции. Интересно, что совсем недавно был принят закон, запрещающий вывоз живого зверя за пределы РФ. Тем самым государство сделало соболя нашим национальным достоянием. С точки зрения ученых, это очень правильное решение.

Пресс-служба ФИЦ ИЦИГ СО РАН

МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ СИБИРИ ПОЛУЧИЛИ МЕДАЛИ И ПРЕМИИ РАН

Кандидат биологических наук Олеся Владимировна Колмакова из ФИЦ КНЦ СО РАН удостоилась награды за работу по молекулярно-генетической идентификации планктонных бактерий бассейна реки Енисей и экспериментальному исследованию их биогеохимических функций.

Студент второго курса магистратуры механико-математического факультета НГУ Анатолий Вадимович Матюхин получил премию в области математики — за работу «Архимедовы незамкнутые конусы».

Студент третьего курса физического факультета НГУ Валентин Вадимович Вихорев отличился в области проблем машиностроения, механики и процессов управления, комиссия выделила его работу «Исследование

ближнего поля струи с вихрями Дина при низких числах Рейнольдса».

Медали РАН с премиями для молодых ученых и студентов высших учебных заведений России вручаются в целях выявления и поддержки талантливых молодых исследователей, содействия профессиональному росту научной молодежи и поощрения ее творческой активности. Этот конкурс ежегодный. Обычно присуждается 19 медалей с премиями в размере 50 000 рублей каждая молодым ученым и 19 медалей с премиями в размере 25 000 рублей каждая студентам российских вузов. По результатам работ экспертных комиссий РАН президиум РАН имеет право увеличить количество наград.

Соб. инф.

ИГОРЬ ВАЛЕНТИНОВИЧ ЯКОВЛЕВ
26.01.1942–07.03.2017



9 марта 2017 г. Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН проводил в последний путь доктора технических наук, профессора Игоря Валентиновича Яковлева. И в сердце каждого участника этого траурного события теплилась частица воспоминаний о встречах с этим замечательным человеком.

Юность Игоря Валентиновича пересеклась с созданием нашего Академгородка, он выпускник одного из первых наборов мехмата НГУ (1961–1966 гг.). Еще студентом (с 1964 года) он начал свой трудовой путь в Институте гидродинамики и связал с ним всю свою жизнь. Здесь он занимался наукой, защитил сначала кандидатскую (1974 г.), а затем и докторскую (1993 г.) диссертации. Его монографии великолепно обобщают научные исследования по ударно-волновым воздействиям на материалы.

Будучи инициативным и коммуникабельным человеком, он

активно участвовал в общественной жизни института, вел большую административно-организационную работу сначала на посту ученого секретаря (1981–1987 гг.), затем заместителем директора по научной работе (1994–2004 гг.), директором Конструкторско-технологического филиала (2004–2007 гг.). Игорь Валентинович был бессменным руководителем лаборатории динамических воздействий с 1995 года, вел широкую договорную деятельность с различными предприятиями страны. Его достижения отмечены высокими наградами: он – лауреат премии Совета Министров СССР (1981 г.), удостоен медали «За трудовое отличие» (1986 г.)

Игорь Валентинович Яковлев – пример талантливого ученого, грамотного и тактичного руководителя, в высшей степени порядочного человека и великолепного педагога.

Многие годы Игорь Валентинович посвятил работе в стенах родного университета на кафедре теоретической механики механико-математического факультета (с 1995 года в должности профессора).

Всегда его отличал спортивный стиль и подтянутая фигура. Всё было по плечу – научные исследования, связанные со сваркой взрывом, участие в спортивных мероприятиях, административная работа и трепетный уход за любимыми гладиолусами. Таким мы его и запомним.

Выражаем искренние соболезнования родным и близким Игоря Валентиновича Яковлева.

Коллектив ИГиЛ СО РАН

АКАДЕМИК ОЛЕГ ФЁДОРОВИЧ ВАСИЛЬЕВ
01.08.1925–07.03.2017

Сибирское отделение РАН и российская наука понесли тяжелую утрату. Ушел из жизни талантливый ученый, выдающийся организатор науки, специалист в области прикладной гидродинамики и гидравлики, гидрофизики и экологии рек и водоемов, водохозяйственных проблем академик РАН Олег Фёдорович Васильев.

Трудно перечислить всё, сделанное Олегом Фёдоровичем в науке за почти семь десятилетий. Он был в числе первых энтузиастов, которые создавали Сибирское отделение АН СССР, возглавив лабораторию, а затем отдел прикладной гидродинамики в Институте гидродинамики. В 1985 году Олег Фёдорович стал директором-организатором Института водных и экологических проблем СО РАН в Барнауле и возглавлял его на протяжении 10 лет. Сложнейшие исследования потоков жидкости, новые методы математического моделирования гидротермического и гидрохимического режимов водоемов, работы по изучению взаимодействия подземных и поверхностных вод, комплексная оценка экологических последствий строительства крупных гидротехнических и водохозяйственных объектов Сибири, их воздействие на окружающую среду – благода-

ря этим работам Олег Фёдорович заслужил уважение и признание коллег-ученых не только в нашей стране, но и за рубежом.

Олег Фёдорович всегда мастерски осуществлял исследования, требующие комплексной научной проработки и обращения к новым и актуальным задачам, выдвигаемым практикой, обеспечивая вместе со своим коллективом полный цикл от постановки задачи и эксперимента до численных расчетов с выдачей соответствующих рекомендаций.

Человек яркий, масштабный, сочетающий в себе черты талантливого ученого, организатора науки и крепость духа, закаленного в тяжелых боях на полях Отечественной войны и в неустанных трудах на благо Отечества, – таким мы запомним Олега Фёдоровича Васильева.

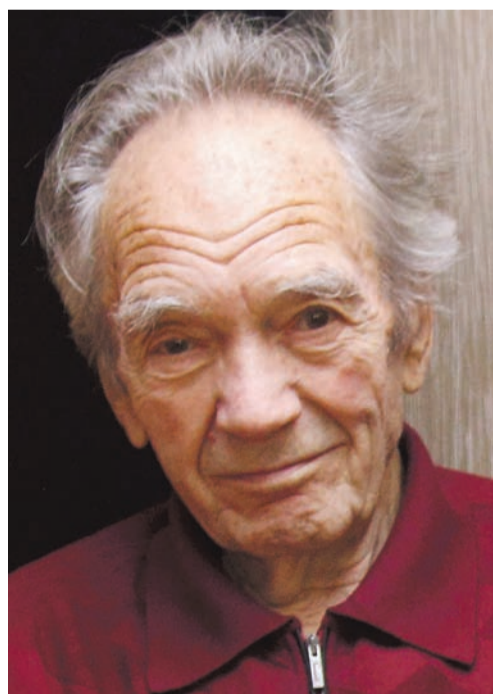
Ученые Сибирского отделения РАН выражают глубокие соболезнования родным и близким Олега Фёдоровича. Светлая память о доброжелательном и талантливом человеке надолго сохранится в сердцах всех, кто его знал.

Академик А.Л. Асеев
академик В.И. Бухтияров
академик Н.Л. Добрецов
академик А.Э. Конторович
академик Н.П. Похиленко
академик М.И. Эпов



Институт водных и экологических проблем СО РАН с глубоким прискорбием сообщает, что 7 марта на 92-ом году жизни после тяжелой и продолжительной болезни скончался доктор технических наук, профессор, заслуженный ветеран Сибирского отделения Российской академии наук, ветеран Великой Отечественной войны, советник РАН академик Олег Фёдорович Васильев, и выражает соболезнования родным, коллегам и друзьям покойного.

ИЛЬЯ АКИМОВИЧ ЗАЙДЕНТРЕГЕР
20.05.1925–11.03.2017



заслуженный работник культуры РФ Илья Акимович Зайдентрегер.

Илья Акимович работал в консерватории с 1959 года до самых последних своих дней и воспитал множество известных деятелей культуры, ныне возглавляющих музыкальные коллективы по всей Сибири.

Илья Акимович оставил заметный след в культурной жизни новосибирского Академгородка. В течение 28 лет (с 1972-го по 2000-й год) он руководил любительским симфоническим оркестром ДК «Академия». Под его руководством оркестр сложился как самобытный творческий коллектив, вел интенсивную исполнительскую деятельность в Новосибирске, гастролировал в Сибири, других регионах России, в республиках Советского Союза, стал лауреатом Первого всесоюзного фестиваля любительских симфонических оркестров.

11 марта скончался старейший профессор Новосибирской государственной консерватории, дирижер,

АНОНС

Наука в Сибири

Подписка на газету
«Наука в Сибири» – лучший подарок!

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 – уже второй год мы выходим в цвете!
- 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 Президиуме СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (пр. Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн-пт с 9.30 до 17.30), стоимость полугодовой подписки – 120 рублей. Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».

СИБИРСКИЕ УЧЕНЫЕ ОЦЕНИВАЮТ ОПАСНОСТЬ ЦУНАМИ НА РОССИЙСКИХ ПОБЕРЕЖЬЯХ

Берега России, как известно, омываются несколькими морями. Если за северные можно быть спокойными, то восточные и южные Черное способны преподнести неприятные и сверхопасные сюрпризы. Сибирские ученые создали карту цунами-опасности в регионах РФ и выяснили: даже «самое синее в мире» время от времени напоминает — оно не только приятное место отдыха, но и непредсказуемая стихия.

Ледяной зимой или в сырое межсезонье мы все иногда завидуем жителям теплых побережий — нас манят золотистый песок или разноцветная галька, устойчиво теплая или даже жаркая погода и, конечно, мерное движение огромного «существа», «свободной стихии». За время существования человечества океаны и моря получили множество эпитетов, в число которых входят и такие определения, как «грозное», «ревущее», «безжалостное». Действительно, при ряде условий огромная масса воды превращается из нейтральной акватории в массового убийцу и разрушителя, круша поселения и забирая жизни. Борьба с цунами невозможно, однако предусмотреть гибельное нашествие — вполне реально.

На суше — о море

Исследователи из Института вычислительных технологий СО РАН и Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН недавно завершили большой проект в рамках гранта РФ «Оценка цунами-опасности побережья Курило-Камчатского региона, Японского, Охотского и Черного морей».

В работе участвовали представители и других научных коллективов, включая Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН (Москва) и Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский), но основное ядро составляли новосибирские ученые.

Казалось бы, какое отношение имеет Новосибирск, где есть только «море» в кавычках — Обское водохранилище, к цунами? Однако, как говорит руководитель проекта доктор физико-математических наук Леонид Борисович Чубаров (ИВТ СО РАН), в Сибирском отделении



Карта цунами-опасности Дальневосточного побережья РФ для интервала повторяемости в 1 000 лет

исследования вопросов гигантских волн имеют давнюю традицию, начавшуюся с академиков Михаила Алексеевича Лаврентьева, Гурия Ивановича Марчука, Николая Николаевича Яненко и их учеников, и продолжаемую научными «внуками» и «правнуками». «Именно здесь, в Вычислительном центре СО АН, в лабораториях, возглавляемых доктором физико-математических наук Анатолием Семёновичем Алексеевым и кандидатом физико-математических наук Юрием Ивановичем Шокиным (оба впоследствии стали академиками), впервые в СССР были созданы математические модели движения цунами в океане с реальным рельефом дна, которые были реализованы на БЭСМ-6 — крупнейшей из доступных в то время российским ученым электронно-вычислительной машине (слово «компьютер» по отношению к этой технике тогда еще в СССР не употреблялось). Созданная в ВЦ СО АН программа считала распространение цунами чуть быстрее, чем шло его реальное движение, и это по тем временам

считалось большим успехом. С тех пор новосибирские исследователи цунами прочно удерживают позиции лидеров в области создания математических и численных моделей и пакетов программ, используемых для расчетов цунами», — рассказывает Леонид Чубаров.

Идея проекта родилась из необходимости решить крупную и очень важную задачу: долгосрочную оценку разрушительных волн более или менее успешно решается с помощью службы предупреждения о цунами, действующей на Дальневосточном побережье Российской Федерации с 1958 года. Однако карты долгосрочной цунами-опасности, необходимые администрациям регионов, строителям и МЧС, до сих пор отсутствуют. «Вплоть до настоящего времени единственным нормативным документом на этот счет является Постановление Совета Министров РСФСР № 19 от 08.01.1964 г., которое запрещает строительное освоение цунами-опасных районов. Тем не менее на практике такое освоение проводится во многих потенциально цунами-опасных зонах, в частности, при промышленной разработке шельфовых месторождений нефти и газа на Сахалине, а также при строительстве портовых нефтегазовых терминалов», — отмечает Леонид Чубаров.

В число исполнителей проекта вошли математики-вычислители, геофизики и сейсмологи — известные специалисты с большим опытом, профессора и доктора наук, а также молодые исследователи, недавние выпускники Новосибирского государственного университета. Несмотря на имевшиеся заделы в области моделирования цунами и большой опыт расчетов именно в Дальневосточном регионе, задача перед ними стояла сложная. Помимо создания собственно математических моделей было необходимо проанализировать огромный наблюдательный материал по сейсмологии и региональной сеймотектонике,

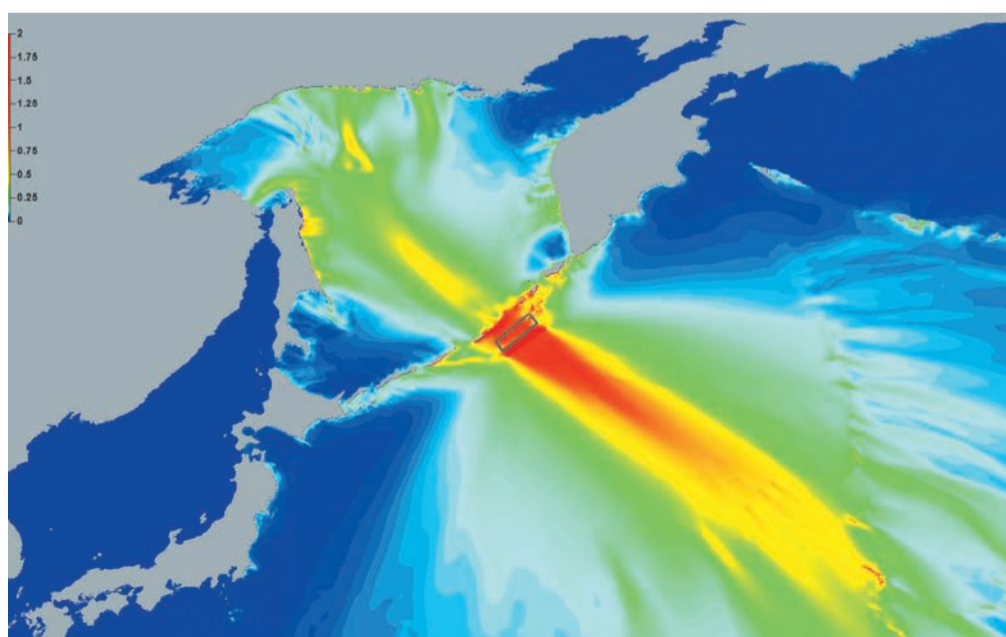
выбрать на его основе правильные закономерности повторения цунами-землетрясений различной магнитуды и провести большой объем сценарных расчетов, которые выполнялись на кластере НГУ (эта объемная работа была выполнена кандидатом физико-математических наук Софьей Александровной Бейзел). Кроме того, помимо Дальневосточного побережья, в проект добавили оценку цунами-опасности Черного моря, что было актуальным в связи с планировавшимся созданием на нем службы предупреждения о цунами.

Предвидеть и предугадать

Для того чтобы предусмотреть вероятность цунами-опасности, тем более на достаточно длительные промежутки (500, 1 000 и более лет) и особенно для проектировщиков и строителей различных объектов, необходим большой массив данных об уже свершившихся катастрофах. При этом наблюдательный материал, как правило, ограничен. Если говорить об инструментальных записях цунами, то на Дальнем Востоке России информация вообще начала фиксироваться с середины 1950-х годов.

«Приходится привлекать данные о сеймотектонике региона, то есть о глубинных геодинамических процессах, приводящих к возникновению сильных землетрясений и вулканических извержений в зонах субдукции, типичным примером которых является Курило-Камчатская зона, — комментирует заведующий лабораторией изучения цунами ИВМиМГ СО РАН доктор физико-математических наук Вячеслав Константинович Гусяков. — На этой основе определяются наиболее вероятные зоны расположения и механизмы «работы» очагов подводных землетрясений, оцениваются интервалы их повторяемости. Таким образом строится сеймотектоническая модель региона».

Дальше в дело вступают математические модели возбуждения и рас-



Пример сценарного расчета возбуждения и распространения модельного цунами от очага подводного землетрясения магнитуды 8.4 в районе Средних Курил. Цветовая шкала показывает максимальные амплитуды волн (в метрах), достигнутые за всё время расчета. Такие расчеты были положены в основу вероятностных оценок цунами-опасности Дальневосточного побережья

пространения цунами, позволяющие просчитать возмущение от движений дна, возникших в глубинах океана, до колебаний уровня воды в различных точках побережья. Здесь также есть масса технических и технологических проблем, но они все преодолимы, за исключением одной — для уверенного предсказания высоты волны на берегу требуется точное знание батиметрии (совокупность данных о глубинах водного объекта, результат батиметрической съемки. — Прим. ред.) прилегающих к суше участков морского дна. «Вот с этим дело обстоит очень непросто, — признается Вячеслав Гусяков. — Для многих районов таких данных просто нет, для других они есть, но получить их в свое распоряжение ученым трудно, в большинстве стран прибрежная батиметрия считается либо закрытой, либо конфиденциальной информацией».

Однако выход из этой сложной ситуации был найден — для построения обзорных карт цунами-опасности вполне достаточно глобальных цифровых массивов батиметрической информации, находящихся в открытом доступе: допустим, известного массива цифровой батиметрии GEBCO-30. Их качество позволяет достаточно надежно предсказывать высоту цунами, например, на изолинии 30-метровой глубины, проходящей на некотором удалении от берега. «Для более точных оценок величины волн непосредственно на берегу необходимы более детальные сетки, с малым шагом, в идеале — достигающем 5–10 метров, — говорит Вячеслав Гусяков. — Помимо этого требуются и другие алгоритмы, в том числе позволяющие считать процесс наката воды на сухой берег, — они были разработаны в рамках данного проекта в Институте вычислительных технологий СО РАН в группе под руководством докторов наук **Александра Дмитриевича Рычкова** и **Гаяза Салимовича Хакимзянова**.

Как отмечает Вячеслав Гусяков, главной целью проекта было именно создание вероятностной методики оценки цунами-опасности и воплощение ее в рамках высокотехнологичной информационно-экспертной системы, пригодной для использования в конкретных проектах «под заказчика». «Кстати, здесь нас очень выручил самый молодой участник проекта младший научный сотрудник ИВТ СО РАН **Владимир Андреевич Кихтенко**, которому в сжатые сроки удалось создать очень удобную и эффективную систему хранения и визуализации данных сценарных расчетов, без которой анализ их результатов был бы весьма затруднительным».

В качестве демонстрации методики в действии были рассчитаны обзорные карты цунами-опасности всего Дальневосточного побережья России и отечественной части побережья Черного моря на периоды в 100, 200, 500 и 1 000 лет. Они позволяют количественно сравнивать уровни угрозы на различных частях берегов РФ и определять участки, нуждающиеся в детальном цунами-районировании. Именно детальные карты впоследствии должны послужить руководством для проектировщиков и строителей.

Где море — там и цунами

«Можно сказать, что всё восточное побережье Камчатки и Курильских

островов находится в зоне высокого цунами-риска. На интервалах в 200 и более лет здесь возможны цунами высотой в 10–15 метров, защититься от которых невозможно», — говорит Вячеслав Гусяков.

Вячеслав Гусяков: «Казалось бы, период в 200 лет находится далеко за пределами «горизонта планирования» человеческой деятельности. Да, это правда: разрушительные цунами — редкое природное явление и на отдельном участке побережья наблюдаются не чаще одного раза в 50–100 лет. Однако не учитывать возможность их появления нельзя. Последнее десятилетие дало нам примеры реализации событий очень маловероятных, но повлекших крайне тяжелые последствия. Например, мегацунами 2004 года в Индонезии, период повторяемости которого оценивается в 400–500 лет, или цунами Тохоку 2011 года в Японии, где предыдущее событие подобного масштаба случилось почти 1 100 лет тому назад. Тем не менее оба эти события произошли на наших глазах и оказались совершенно неожиданными, в том числе и для Японии, где на всем восточном побережье стоят десятки памятников жертвам цунами».

Фактически в этих районах нельзя ничего строить, особенно — объекты типа атомных электростанций или нефтегазовых терминалов. Они и так в случае техногенных катастроф несут в себе заряд опасности для человека, а если добавить сюда риски, связанные с цунами... Словом, лучше предусмотреть возведение подобных сооружений в другом месте. Кроме того, очевидно, что в указанных зонах стоит отказаться и от зданий, где в течение длительного времени находятся люди. В первую очередь, это жилые дома, школы, больницы.

«В то же время совсем отойти от моря в таких районах, где эксплуатация морских и прибрежных ресурсов является основой хозяйства, невозможно, — признает Вячеслав Гусяков. — Поэтому возникает задача рационального планирования освоения природных ресурсов и управления жизнедеятельностью на этих территориях. В частности — совершенствование Службы оперативного прогноза цунами и превентивного планирования защитных мероприятий, для чего также требуются карты цунами-опасности».

Угроза цунами для берегов Берингова, Охотского и Японского морей, по сравнению с Курило-Камчатским побережьем, существенно ниже, по крайней мере, в отношении максимальных «площадей поражения». Однако частота повторения гигантских волн, например для побережья Приморья, является достаточно высокой — за вторую половину XX века опасные явления наблюдались здесь трижды: в 1940, 1986 и 1993 годах. «Источником этих цунами были подводные землетрясения, происходившие в восточной части Японского моря, с очагами на крупной литосферной границе раздела, протягивающейся вдоль западных берегов Японии, — комментирует Вячеслав Гусяков. — Причем сильные цунами в подобных акваториях возни-

кают подчас даже при землетрясениях умеренной магнитуды, цунами от которых в субдукционных зонах едва заметны. Причиной этого является высокая вероятность возникновения в этих морях подводных оползней и обвалов как следствия повышенных скоростей осадконакопления».

Цунами-опасности Черного моря в проекте был посвящен специальный раздел. XX век не принес ни одного случая сильных катастрофических волн, поэтому репутация у «самого синего в мире» прочно утвердилась в эпитетах «ласковое», «курортное», практически домашнее. Однако если заглянуть вглубь не вод, но истории, то выяснится: это далеко не так.

«В ходе выполнения нашей работы была проведена полная ревизия исторического каталога цунами для Черного моря, — говорит Вячеслав Гусяков. — Он практически удвоился (главным образом благодаря историческим и архивным изысканиям, проведенным сотрудником Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН доктором геологических наук **Андреем Алексеевичем Никоновым**) и сейчас включает около 50 случаев цунами, наблюдавшихся в Черном море на протяжении последних 2 500 лет». Среди выявленных событий обнаружилось разрушительные волны с высотами до 4–5 м, иногда до 7–8 м, вызывавшие гибельные последствия для древних городов (Диоскурия, Севастополис, Бизона, Пантикапей) и многих прибрежных поселений.

Кроме того, в сравнении с Дальневосточным регионом механизмы появления цунами на теплых берегах оказались более разнообразными. В частности, некоторые возникли после землетрясений, очаги которых располагались целиком в пределах суши, например на Северо-Анатолийском разломе, проходящем по территории Турции в сотне километров от берега. «Это опять же говорит о важности учета вторичных механизмов генерации, в первую очередь, оползневого, — объясняет Вячеслав Гусяков. — Кроме того, следует учитывать разницу в физико-географических и морфологических характеристиках побережья. На подверженном большим приливам, тайфунам и сильным штормам Курило-Камчатском побережье однометровое цунами может пройти незамеченным. Та же самая волна на переполненных в разгар курортного сезона галечных пляжах Крыма или Сочи способна оказаться очень опасной, а трехметровая — привести к поистине катастрофическим последствиям».

Выводы, полученные в результате работы сибирских ученых по цунами-опасности Черного моря, говорят о необходимости создания там службы предупреждения о цунами. Только строиться такая служба должна на нескольких иных принципах, отличных от используемых на Дальневосточном побережье, иначе не избежать многочисленных ложных тревог, ущерб от которых может быть сопоставим с ущербом от самих угрожающих волн.

Подготовила Екатерина Пустолякова
Фото предоставлены **Леонидом Чубаровым**

На первой полосе: Кацусика Хокусай. «Большая волна в Канагаве». Гравюра. 1823–1831 гг.

В ПРЕДДВЕРИИ ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА

Прошедшая зима в Сибири отличалась обильными снегопадами и длительными метелями. Что в связи с этим следует ожидать весной на водных объектах: озерах, реках, водохранилищах? Каков прогноз паводковой ситуации?

В рамках исследовательского проекта «Система мониторинга гидроклиматических изменений в пределах равнинной территории Алтайского края для целей разработки стратегии адаптации хозяйственной деятельности населения и решения экологических проблем (на примере ключевого бассейна Красиловского озера)» начаты полевые измерения. Проект реализуется совместно научными коллективами Алтайского государственного университета, Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (ИМКЭС, Томск) и Института водных и экологических проблем СО РАН (ИВЭП, Барнаул) в рамках деятельности созданной в 2012 году совместной с СО РАН Лаборатории мониторинга геосферно-биосферных процессов, руководимой в настоящее время кандидатом географических наук **Натальей Фёдоровной Харламовой**.

В конце февраля на озере Красиловском в ходе экспедиционных работ была проведена снегомерная съемка по лесным и полевым трансектам; сняты показания с автономного измерительного комплекса АПИК, который на протяжении текущего осенне-зимнего сезона 96 раз в сутки регистрировал показания всех измерительных датчиков. Получен значительный объем данных о распределении высоты снежного покрова, уровнях грунтовых и озерных вод, температуре воздуха и почвы, толщине (мощности) льда, температурной стратификации воды по глубине.

Полученные в мониторинговом режиме данные позволили подтвердить выявленную в предыдущие сезоны 2012–2016 гг. ведущую роль в состоянии водного баланса озера динамических процессов снегонакопления и снеготаяния, формирующихся под воздействием термического режима воздуха и грунта в осенне-весенний период, а также количества поступающих атмосферных осадков. На основе проведенных исследований планируется разработать алгоритм прогноза изменения уровня режима этого водоема в период весеннего снеготаяния, что позволит оценить максимальную высоту подъема воды весной 2017 г.

Результаты коллективной работы по организации исследований изменчивости водного баланса малых бессточных озер (на примере юго-востока Западной Сибири) представляют так же значительный интерес для решения задачи совершенствования научно-методических основ системы гидрологического мониторинга как неотъемлемой части государственного экологического мониторинга.

И.А. Суторихин, доктор физико-математических наук, ИВЭП СО РАН

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АВИАЦИИ И АРКТИКИ

Авиационный — не значит предназначенный исключительно для авиации. Эффективные и стойкие, универсальные и экономичные материалы нужны и в воздухе, и на земле, и на море. Особенно если земля покрыта снегом, а море — льдом. Представители Всероссийского института авиационных материалов рассказали на последнем заседании президиума СО РАН о новейших решениях и для аэрокосмической отрасли, и для нового этапа освоения Арктики.



Евгений Николаевич Каблов

Геликоптер был изобретен и до тонкостей начерчен **Леонардо да Винчи**. Но летающий винтокрылый аппарат удалось построить лишь 500 лет спустя **Игोरю Сикорскому**. Почему? Потому что в эпоху Возрождения не было ни материалов, ни двигателей. И сегодня путь от идеи до инновационной машины обусловлен в основном технологическими возможностями. Ведущие авиакорпорации мира, прежде всего Boeing и Airbus, переходят на аддитивные технологии (АТ). Обычное автоматизированное проектирование устаревает: 11 крупнейших европейских центров под эгидой Airbus объединились вокруг нового программного обеспечения Bionic Aircraft для того, чтобы использовать топологическое конструирование в аддитивных технологиях. Согласно прогнозам, это даст уменьшение массы деталей из титановых сплавов на 40 % и соотношение тяги двигателя к весу как 20 к 1 (сегодня у лучших авиамоторов 8 к 1). Boeing уже изготавливает посредством АТ около 300 наименований деталей (в том числе лопатки турбин и компрессоров) для 10 типов военных и гражданских самолетов.

Доклад генерального директора ВИАМа академика **Евгения Николаевича Каблова** показал картину настоящего прорыва: с 2012 по 2020 год среднегодовой прирост всей АТ-продукции в мире прогнозируется в 19 %. Пока что доля России в АТ-сегменте составляет максимум 1,7 %. «Если мы пропустим этот этап, то не догоним никогда. Аддитивные технологии могут дать рост производительности труда в 20 и даже в 30 раз... Хотя у Российской академии наук, у наших институтов есть хорошие заделы», — констатировал Евгений Каблов.

Если говорить о работах самого ВИАМа, то слово «заделы» звучит слишком скромно: здесь создано аддитивное производство полного цикла, что позволяет «печатать» (скорее, выращивать) сложные детали и даже узлы для летательных аппаратов.

Впечатляет работающий образец малоразмерного газотурбинного двигателя для беспилотника, на 100 % изготовленный по аддитивным технологиям. «В ВИАМе наука и производство объединены под одной крышей», — отметил директор Института химии твердого тела и механохимии СО РАН академик **Николай Захарович Ляхов**. — Сегодня крупным институтам необходимо создавать собственные опытные производства, как у нас это сделали Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО

РАН и Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН. При этом ситуация в мире такова, что необходимо ориентироваться только на отечественные сырье и компоненты, изначально отвергая импорт».

Но выпуск серийных изделий — задача промышленности, а для НИИ, даже с мощной исследовательской и опытно-конструкторской базой, специфична разработка новых материалов и методов их применения в АТ. «Мы полностью сможем закрыть вопрос с производством порошков на основе железа, кобальта, никеля, алюминия, — уверен академик Каблов, — и далее перейти к так называемым реактивным составам для аддитивных технологий: на основе титан — алюминий, ниобий — кремний, титан — цирконий». Для этого в ВИАМе создано 25 малотоннажных производств. Важен еще и контроль за качеством «выращенных» деталей, борьба с дефектами, дополнительная обработка поверхностей... К тому же самый мощный институт не может закрыть весь спектр теоретических и прикладных задач, связанных с аддитивными технологиями. По металлическим материалам партнерами ВИАМа стали томский Институт физики прочности и материаловедения СО РАН и новосибирский ИХТТМ СО РАН, по неметаллическим — Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН. Евгений Каблов стремится расширить этот список: «Мы хотим пригласить в консорциум Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, чтобы создать АТ-машину более высокого уровня на полностью отечественном программном обеспечении».

Сибирские коллеги академика Е. Каблова считают, что аддитивные технологии могли бы стать и точкой



Вячеслав Михайлович Бузник

кристаллизации, и точкой роста для исследовательских центров разной принадлежности. «Чтобы СО РАН снова стало мощной структурой, ему нужно выбирать очень крупные консолидирующие проекты, — уверен научный руководитель ИК СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**. — Аддитивные технологии нуждаются в компетенциях ученых всех направлений, не исключая даже гуманитариев. Если Академия и институты ФАНО запустят конкретные программы, то смогут получить финансирование от заинтересованных корпораций». Глава Сибирского отделения РАН академик **Александр Леонидович Асеев** напомнил, что СО РАН недавно подписало соглашение с Объединенной авиастроительной корпорацией, и аддитивные технологии должны играть в реализации этого документа ключевую роль. А председатель Совета научной молодежи СО РАН кандидат химических наук **Елизавета Викторовна Лидер** предложила посвятить этой теме одну из молодежных конференций и заранее пригласила Евгения Каблова выступить с пленарным докладом. «Для меня это большая честь, и я готов к участию», — откликнулся академик.

Вынесенный в начало статьи тезис о близости материалов для авиации и Арктики принадлежал его коллеге — советнику гендиректора ВИАМ академику **Вячеславу Михайловичу Бузнику**. На самом деле металл, работающий под нагрузками в диапазоне от +40 до -60 градусов, выдержит и условия Якутии. Опрос специалистов показал, что они считают наиболее продвинутыми в арктическом материаловедении Россию, Канаду и США, но библиометрические показатели ставят на первые места Японию и Китай. И доля РФ в соответствующих патентах

составляет скромные 5 %. «Не будет материалов — мы станем осваивать не Арктику, а только выделенные на это деньги», — саркастично заметил Вячеслав Бузник.

Выручить может как раз то, что «авиационное» способно становиться «арктическим». Так, материалы ВИАМ широко применяются в производстве арктического вездехода «Русак» — покрытия, уплотнители, изолирующие составы, грунтовки... Ученые предложили использовать для высокоширотной техники и конструкций термостойкий состав, ранее разработанный для космического корабля «Буран». Правда, эта керамика изначально проектировалась пористой и, как следствие, вбирающей влагу. Для условий орбитального полета это не имело значения, а для Арктики специалисты ВИАМа нашли решение, повышающее гидрофобность до необходимого уровня. А самым парадоксальным материалом, представленным в докладе В.М. Бузника, стал лед. Но не просто лед, а армированный — теми или иными элементами и в определенном геометрическом порядке. В таком случае это уже не просто застывшая вода, а ледовый композит — недорогой и эффективный для конструкций вроде временных взлетно-посадочных полос.

Арктическое материаловедение, как и аддитивные технологии, можно эффективно развивать только согласованными усилиями многих научных организаций. В их числе академик В. Бузник назвал якутские Институт проблем нефти и газа СО РАН и Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, томские Институт физики прочности и материаловедения СО РАН и Институт химии нефти СО РАН, а также Институт физики им. Л.В. Кириенского и Институт химии и химических технологий, входящие в ФИЦ Красноярский научный центр СО РАН. Криогели и их применение, хладостойкие резины, стали и полимеры, томографические исследования композитов (в том числе и ледовых), натурные испытания всего перечисленного — таков вклад сибирских ученых в сегодняшнее арктическое материаловедение.

Вклад достойный, но не достаточный, считает Вячеслав Бузник. Точнее, не достаточно организованный и структурированный. Академик предложил создать всероссийский межведомственный консорциум по арктическому материаловедению, который действовал бы по специально разработанной дорожной карте. «ВИАМ готов взять на себя проработку этого плана, а также создание компьютерной базы отечественных арктических материалов и проведение профильных конференций, школ для молодых ученых», — сказал Вячеслав Бузник. РАН, по его мнению, могла бы сосредоточиться на формировании комплексных исследовательских программ и организации подготовки студентов, магистрантов и аспирантов по специальности «Арктическое материаловедение».



Малоразмерный газотурбинный двигатель для беспилотника

Андрей Соболевский
Фото Юлии Поздняковой и из презентации Евгения Каблова

ОПУБЛИКОВАНА ПЕРВАЯ В МИРЕ НАУЧНАЯ МОНОГРАФИЯ ПО НЕПЕРЕМЕШИВАЕМЫМ ОЗЕРАМ

В международном издательстве Springer вышла первая в мире научная монография, посвященная меромиктическим (или неперемешиваемым) озерам. В книге описаны общие для таких озер закономерности функционирования и приведены примеры более 80 неперемешиваемых озер на пяти континентах.

Меромиктическим называется озеро, в котором вода от поверхности до дна не обновляется в течение относительно длительного периода времени. Обычно в озере, которое не перемешивается, начиная с определенной глубины в воде нет кислорода. В этих слоях не могут жить высшие животные и растения, там обитают только особые виды бактерий. С точки зрения водопользования изменение режима перемешивания приводит к ухудшению качества воды. Если вода в озере перестает циркулировать, то на глубине, после истощения запасов кислорода, погибают рыбы и другие животные. Когда такой водоем долгое время не перемешивался, а потом это внезапно произошло, то бедные кислородом слои поднимаются вверх и убивают всё живое. Неперемешиваемые озера впервые были описаны учеными более ста лет назад.

Далее идут авторские главы, описывающие особенности конкретных озер на разных континентах. Одна из основных мыслей, которую мы пытаемся донести: такие озера не просто редкие и специфичные объекты, представляющие интерес для небольшой группы исследователей. Это, скорее, особое состояние водоема, которое при сочетании определенных условий может случиться практически в любом озере», — рассказывает Егор Задереев.

Наиболее известным случаем внезапного перемешивания меромиктического озера, так называемой лимнологической катастрофы, стало частичное перемешивание озера Ньос в Камеруне, в Африке, в 1986 году.

Это озеро находится в зоне активного вулканизма, и в глубине, в слоях, которые не захватывают течения, накапливаются вулканические угарные газы. После частичного перемешивания газы вышли наружу, заполнили долину и вызвали гибель от удушья полутора тысяч жителей прибрежных деревень и большого количества домашнего скота.

Смертельная опасность озера Ньос обусловлена сочетанием нескольких факторов: большая глубина, наличие источника вулканических газов, режим перемешивания.



Озеро Шунет. Одно из трех известных меромиктических озер в Сибири

мнению, не хватает одной главы — тероретических исследований, которые позволяют сделать прогноз наступления или, наоборот, разрушения такого состояния, — рассказывает Андрей Дегерменджи. — Связано это с тем, что таких исследований очень мало. Современная научная монография — это не столько попытка заглянуть за горизонт, сколько фиксация достигнутого наукой в определенной области. Мы подвели своеобразный итог текущих исследований, сформулировали общую согласованную научную позицию, от которой можно двигаться дальше. Уверен, что уровень понимания физических и биологических особенностей, которые протекают в этих озерах, таков, что мы должны выходить на общую теорию. Это задача для дальнейших исследований, поскольку есть возможность искать на основе будущей теории подобия общие механизмы в работе водоемов разного размера, от озер до океанов: газообмен на границе воды с атмосферой, устойчивость стратификации, выживание акваценоза в экстремальной среде, управление состоянием экосистем и многие другие явления».

Наиболее изученными меромиктическими водоемами в России являются озера Шири и Шунет в Хакасии. Ученые из Института биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН неслучайно стали одними из инициаторов написания и главными редакторами вышедшей монографии. На протяжении последних двадцати лет вместе с коллегами из многих российских и зарубежных институтов они ведут комплексные

исследования этих природных лабораторий. Процессы перемешивания во многих водных экосистемах достаточно похожи. В каком-то смысле и так называемые мертвые зоны в океане — участки, где из-за снижения содержания кислорода происходит гибель высших форм жизни, и заморные явления в обычных озерах, и меромиктические озера являются результатом сложных, но похожих взаимодействий физических, химических и биологических процессов. Всесторонний подход к изучению таких объектов, попытки найти общие закономерности для разных водоемов крайне важны для достижения основной цели экологии как науки — умения предсказывать будущее и по возможности управлять состоянием природных экосистем.

«Эта книга заполняет существующий пробел знаний в водной экологии. С одной стороны, меромиктические озера сильно отличаются от обычных озер, которые перешиваются регулярно. С другой стороны, такие условия могут наблюдаться в самых разных водоемах: соленых и карстовых озерах, тропических пресных водоемах и прудах, образовавшихся в карьерах после добычи полезных ископаемых. Мы должны понимать общие для этих водных объектов закономерности, чтобы уметь предсказывать или контролировать распространение таких состояний», — подводит краткий итог редакторской работы Рамеш Гулати.

Егор Задереев

Фото предоставлены автором



Голландский эколог почетный доктор СО РАН Рамеш Гулати (слева) во время визита на озеро Шири обсуждает проблемы исследования меромиктических озер с учеными из Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

С тех пор подобные водоемы были открыты на всех континентах. Однако их исследования велись фрагментарно. Не были понятны общие закономерности, которые приводят к возникновению таких состояний, их химические, биологические и экологические последствия. В конце февраля 2017 года в международном издательстве Springer вышла первая коллективная научная монография, посвященная этим интересным природным объектам. Редакторами книги стали ученые из Федерального исследовательского центра Красноярский научный центр СО РАН кандидат биологических наук Егор Сергеевич Задереев и академик Андрей Георгиевич Дегерменджи и исследователь из Нидерландов почетный доктор СО РАН Рамеш Гулати.

«Соавторами выступили более 40 специалистов из 12 стран мира. Отдельной работой было собрать всех этих исследователей, согласовать концепцию, обосновать перед издательством необходимость книги. Мы начинаем ее с общих глав, в которых обсуждаем распространение таких озер в мире, что общего у них с точки зрения физики, химии и биологии.

Подобных водоемов в мире не так много. Перемешивание обычного меромиктического озера скорее всего приведет лишь к недолгому неприятному запаху в окрестностях, гибели части рыбы или другой живности, резкому помутнению воды. Однако даже такие последствия для водоемов, которые используются для отдыха или других форм рекреации, нельзя считать благоприятными. Поэтому исследования подобных озер на разных континентах и попытки найти общие закономерности важны как для науки, так и для практических нужд. Например, во многих странах мира карьеры, оставшиеся после выработки природных ресурсов, заполняют водой и превращают в искусственные водоемы с регулируемым режимом перемешивания. Очень часто в этих озерах на дне скапливаются токсичные соединения, и предотвращение перемешивания может быть одним из способов управления качеством воды.

«Мы, конечно, достигли большого прогресса в понимании процесса меромиксии, но в книге, по моему



Меромиктическое озеро Ньос и его окрестности через две недели после лимнологической катастрофы — внезапного перемешивания

НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

ФЛЕШ-ПАМЯТЬ: ЗАПОМНИТЬ ВСЁ!

Почему фотоаппарат сохраняет сделанные нами кадры, а телефон позволяет прослушивать любимые мелодии? Все мы пользуемся флешками, планшетами и другими гаджетами, но не всегда задумываемся, каким образом они работают. Исследованиями и разработкой флеш-памяти занимаются в Институте физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН.

Главному научному сотруднику ИФП СО РАН доктору физико-математических наук **Владимиру Алексеевичу Гриценко** 12 марта 2017 года исполнилось 70 лет. Владимир Гриценко — известный в мире специалист в области физики диэлектрических пленок и флеш-памяти, автор более 180 статей, трех монографий, соавтор десяти коллективных монографий, имеет 25 патентов по приборам флеш-памяти. Индекс Хирша на март 2017 года — 25.



лена нашей группой только в 2016 году, — добавляет Владимир Гриценко. — Так, твердое тело состоит из чередующихся атомов: кремний, азот, кремний, азот, кремний... Если мы удалим атом азота, то рядом останутся Si-Si связи — такой дефект называется вакансией азота. Вакансия — это, по сути, пустое место. Наше открытие дает возможность управлять запоминающими свойствами флеш-памяти: прежде всего концентрацией ловушек и их энергией.

Подобные исследования новосибирского ученого легли в основу контрактов с компанией Samsung Electronics: она внедрила в серийное производство флеш-память на основе нитрида кремния при использовании диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью и флеш-память на основе локализации электронов в Si_3N_4 . Сейчас эта технология занимает 70 % мирового рынка. В ее основе лежит трехмерная память — структура, состоящая из 56 слоев нитрида кремния (раньше делался только один слой). На такой флеш-памяти производятся твердотельные диски, мобильные телефоны, видеокамеры, планшеты, персональные компьютеры и другие устройства.

Еще одно открытие, запатентованное совместно учеными из ИФП СО РАН и сотрудниками завода «Микрон» в Зеленограде — флеш-память на основе мультиграфена как запоминающей среды для хранения электрического заряда. Дело в том, что в качестве альтернативы Si_3N_4 используется изолированный поликремний (материал, состоящий из мелких кристаллитов кремния), окруженный диэлектриком, который выступает в качестве большой ловушки для электронов. Но большая толщина поликремния неизбежно приводит к ограничению информационной емкости. Однако если его заменить на мультиграфен, открывается возможность дальнейшего увеличения объема флеш-памяти: использование этого вещества позволит перейти от гигабит к терабитам.

— Сейчас на рынке доминирует флеш-память на нитриде кремния, — поясняет ученый. — Однако промышленность уже подходит к физическому пределу, который просто не позволяет еще больше увеличивать информационную емкость таких микросхем. Поэтому во всем мире ведутся исследования физических процессов, которые могут быть положены в основу разработки новых поколений флеш-памяти — на основе резистивного эффекта, открытого в 2008 году компанией Hewlett-Packard.

Оказывается, если к тонкому диэлектрику приложить большое напряжение, он способен перейти в высокое проводящее состояние — это основной принцип работы резистивной памяти, которая имеет быстрое действие в миллион раз выше (порядка наносекунды) по сравнению с флеш-памятью на нитриде кремния (порядка миллисекунды). Другим ее преимуществом является меньшее потребление энергии в режиме записи информации: то есть подобные устройства будут работать от батарей значительно большее время. Такая память, возможно, ляжет в основу нового поколения микросхем, которые даже вытеснят флеш-память, но этого следует ждать не раньше чем через пять — десять лет. Пока ученые пытаются решить ряд научных проблем: прежде всего, неясна физика переключения диэлектрика из малопробудящего в сильнопробудящее состояние и обратно.

Алёна Литвиненко. Фото автора

ТЕМНОХВОЙНЫЕ СИБИРИ МИГРИРУЮТ НА СЕВЕР

Исследователи из Института леса им. В.Н. Сукачёва ФИЦ КНЦ СО РАН и Сибирского федерального университета установили: темнохвойные — кедр и пихта — покидают «насиженные» территории в южной части своих ареалов и продвигаются в горы и на север. Ученые предполагают, что первопричина этого — изменение климата.

«Состояние темнохвойных лесов, сформированных кедром, пихтой и елью, в последние десятилетия ухудшается в значительной части лесного фонда России. Пихта и кедр усыхают в Томской области, в Красноярском крае, в Хакасии, в горах Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саяна. Наблюдается усыхание кедровников Хамар-Дабана в Прибайкалье», — рассказывает заведующий лабораторией мониторинга леса Института леса доктор биологических наук Вячеслав Иванович Харук. — Первопричиной этого явления является возрастание засушливости климата. Кедр и пихта — влаголюбивые виды хвойных, «деревья туманов», чувствительные к недостатку влаги».

Ослабленные водным стрессом деревья становятся восприимчивыми к воздействию стволовых вредителей и фитопатогенов. Например, уже не могут отвечать на атаку жуков-короедов обильным выделением смолы, как это делают их здоровые собратья. Благодаря тому, что наблюдается потепление климата и увеличение продолжительности периода вегетации (он отсчитывается с момента распускания почек до массового листопада), насекомые успевают оставить больше потомства. Таким образом численность популяции вредителей увеличивается, они расширяют свои ареалы, продвигаются на север и в высокогорья. Благоприятно для них и снижение вероятности холодных дождливых вёсен, а также ранних осенних заморозков, во время которых возрастает шанс погибнуть. Так, изменения климата, ослабившие темнохвойные деревья, стимулировали массовое размножение уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*) — небольшого жука-короеда, впервые обнаруженного в сибирской тайге специалистами Красноярского центра защиты леса. Именно этот вид наносит наибольший вред пихтарникам Сибири. Ухудшение состояния хвойных происходит и в бореальной зоне в целом (природная зона умеренного географического пояса северного полушария с холодной зимой и теплым летом). Например, в лесах Северной Америки вспышка массового размножения жука-короеда, аналогичного нашему полиграфу, охватила территорию свыше 25 миллионов гектаров.

«В XXI столетии в Сибири прогнозируется дальнейшее повышение температуры воздуха и возрастание засушливости климата. В сочетании с атаками насекомых это может повлечь исчезновение кедра и пихты из южной части их зон обитания. Наибольшему риску подвержены древостои переходных территорий между темнохвойными и светлохвойными лесами и лесостепью, там, где пихта и кедр произрастают на границе своих ареалов. Места, ставшие непригодными для произрастания пихты и кедра, вероятно займут засухоустойчивые виды — сосна и лиственница, — говорит Вячеслав Харук. — Существенно, что планирование работ по лесовосстановлению необходимо вести с учетом толерантности древесных растений к изменениям климата. Бессмысленно восстанавливать кедровники и пихтарники там, где эколого-климатические условия изменились и не отвечают требованиям этих видов. Например, в Беларуси и Германии планируется заменить усыхающую ель на иные древесные породы. Проблема лесовосстановления в зонах усыхания древостоев требует специальных исследований». В то же время потепление климата открывает возможности для продвижения темнохвойных на север, в зону доминирования лиственницы, а также в высокогорья, в альпийскую лесотундру, где наблюдается возрастание занимаемых ими площадей и величины годичного прироста. «К тому же, как показывают имеющиеся данные, происходящие изменения климата в целом благоприятны для роста лиственницы, основной лесобразующей породы Сибири», — отмечает исследователь.

Диана Хомякова. Фото предоставлено исследователем



Наука в Сибири

УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН

Главный редактор Елена Трухина

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, пр. Ак. Лаврентьева, 17), а также в НГУ, НГПУ, НГТУ и литературном магазине «Капиталъ» (ул. М. Горького, 78)

Адрес редакции: Россия, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 17. Тел./факс: 330-81-58.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов
При перепечатке материалов ссылка на «НВС» обязательна

Отпечатано в типографии ОАО «Советская Сибирь» Новосибирск, ул. Н.-Данченко, 104. Подписано к печати 15.03.2017 г. Объем 2 п. л. Тираж 1500. Стоимость рекламы: 65 руб. за кв. см. Периодичность выхода газеты — раз в неделю

Рег. № 484 в Мининформпечати России
Подписной инд. 53012 в каталоге «Пресса России»
Подписка-2017, 1-е полугодие, том 1, стр. 156
E-mail: presse@sbras.nsc.ru, media@sbras.nsc.ru
© «Наука в Сибири», 2017 г.