



Наука в Сибири

ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Апрель 2000 г.

40-й год издания

№ 15 (2251)

Цена 1 рубль

НОВОСТИ

Заседание Президиума Отделения

В повестке очередного заседания Президиума СО РАН 13 апреля — рассмотрение итогов комплексных проверок Объединенного института гидродинамики и Международного томографического центра СО РАН.

Будут подведены итоги конкурса экспедиционных работ и конкурса интеграционных проектов СО РАН (докладчики — председатели конкурсных комиссий академики А. Деревянко и В. Титов).

Информацию об изменениях в Уставе СО РАН доложит председатель уставной комиссии член-корреспондент В. Фомин.

Будет заслушана информация академика Н. Добрецова о прошедших в Якутске Лаврентьевских чтениях и переговорах с руководством Республики Саха (Якутия).

О мерах по оптимизации подготовки студентов для институтов СО РАН

Президиум СО РАН принял постановление, касающееся подготовки специалистов для научных учреждений Сибирского отделения.

Учитывая, что в последние годы существенно изменились потребности в кадрах по разным направлениям академической науки, а в структуре подготовки кадров НГУ сложились пропорции, не соответствующие нынешним потребностям академической науки, Президиум Сибирского отделения РАН рекомендует ректору НГУ, начиная с 2000 года, осуществлять постепенный переход на плановый набор студентов на бесплатной основе по направлениям наук с учетом мировых тенденций развития наук, уровня конкурсов поступающих заявок, численности научных сотрудников по данному направлению в институтах Отделения и других факторов.

Рекомендовано расширить возможности набора студентов на платной основе на неакадемические специальности, пользующиеся повышенным спросом, а также осуществлять набор студентов для обучения в магистратуре на договорной основе для неакадемической сферы.

При Президиуме СО РАН создается постоянно действующая комиссия по проблемам подготовки и производству научных кадров под руководством академика В. Молодина (в состав комиссии включены директора ряда институтов ННЦ), которая должна подготовить согласованные с соответствующими объединениями учеными советами Отделения рекомендации для НГУ и других вузов Сибири по уточнению направлений и масштабов подготовки современных научных кадров для СО РАН.

Комиссия предлагает в течение месяца подготовить и представить на рассмотрение Президиума предложения по основным принципам планирования набора студентов в НГУ.

Лоцманы в море политики

Помочь преподавателям-обществоведам сориентироваться в море «деидеологизированной» современной информации призваны курсы недавно открытые (возрожденные) в Иркутском институте повышения квалификации. По мнению их организаторов существуют учебные государственные стандарты, направленные на формирование объективного знания, которое могло бы стать опорой для независимой объективной оценки прошлого и настоящего. Но учебников и разъясняющих методик по таким разделам знаний практически нет. Солидные же журналы и отдельные труды, изданные мизерным тиражом, для большинства обществоведов, политологов просто недоступны. Курсы истории и социально-политических дисциплин, лекции на которых читают видные ученые и специалисты, призваны посполнить пробел в знаниях.

ПЕРВЫЕ ШАГИ К НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

11 апреля в Доме ученых ННЦ состоялось торжественное открытие XXXVIII международной научной студенческой конференции, проводимой Новосибирским госуниверситетом и Сибирским отделением РАН. Как обычно для участия в этом традиционном научном форуме приехали студенты многих городов России, от Москвы до Владивостока, ближнего и дальнего зарубежья. Поздравить их пришли представители Президиума Сибирского отделения РАН и директора институтов, имеющие к конференции самое непосредственное отношение и в разные годы бывшие ее участниками и организаторами.

Ректор НГУ член-корреспондент РАН Николай Сергеевич Диканский пожелал молодым интеллектуалам, чтобы конференция стала для них трамплином в будущее, связанное с наукой, с накоплением знаний — главного богатства на земле.

Заместитель председателя СО РАН академик Вячеслав Иванович Молодин подчеркнул, что конференция такого масштаба дает уникальную возможность апробировать свои идеи, завести дружеские контакты, которые пригодятся в будущем и призвал служить российской науке: «родителей и Землю, на которой родился, не выбирают...»

Академик Владимир Михайлович Титов, директор Института гидродинамики обратил внимание собравшихся на серьезность выбора жизненного пути, потому что наука — это не только постоянный труд, это образ жизни, это вера, это редкое счастье — получение новых результатов, счастье творчества, не сравнимое ни с чем. Он напомнил, что конференция посвящена 100-летию основателя новосибирского Академгородка — М.А. Лаврентьева. Когда Михаила Алексеевича на склоне лет один из журналистов спросил, что он считает самым важным в своей жизни, он ответил: «Клуб юных техников... Еще университет...» Работу с молодежью он ставил на первое место. Приятно видеть, что трепетное отношение к молодежной инициативе до сих пор живет в Академгородке. Страна жила в жесточайшем кризисе, но конференция проходила ежегодно...

С пленарным докладом выступил член-корреспондент РАН, директор



Института биоорганической химии Валентин Викторович Власов, заведующий кафедрой НГУ, дважды лауреат этой конференции.

Он посоветовал молодым людям при выборе научного направления убедиться, что результат может получить Нобелевскую премию, иначе не стоит и браться. А такие результаты получаются на стыке наук, а в будущем именно на стыке биологии с химией, физикой и т.д...

Наш корр.

Лауреаты премии Правительства РФ в области науки и техники

«АТОМЩИКИ ТЕПЕРЬ ЗАБОТ НЕ ЗНАЮТ»

Эту фразу произнес Вячеслав Лазаревич Истомин и для убедительности развернул схему цеха завода РТ-1 по регенерации отработавшего ядерного топлива производственного объединения «Маяк». На схеме обозначен цех переработки. От него идут линии-каналы по очень сложной траектории, направленные в специальные хранилища, где собираются все отходы ядерного производства — так называемые нерастворимые оболочки и хвостовики отработавших в атомных реакторах сборок твэлов — тепловыделяющих элементов. Каждый твэл содержит ядерное топливо. При загрузке сборка твэлов в атомный реактор возникает управляемая цепная реакция с большим выделением тепла, передаваемого циркулирующему теплоносителю. При определенном проценте «выгорания» делющегося вещества, сборка из реактора извлекается. Но как удалить оставшееся «топливо» из самих сборок твэлов? Нужно их разрушить, отделить топливо от конструкционного материала сборки и направить отходы в специальные приемники на длительное хранение... Задачи оказались непростыми.

Первый отчет (ответ!) о научно-исследовательских работах в Институте гидродинамики Сибирского отделения Академии наук по транспортировке на захоронение оболочек твэлов датирован 1967 годом. Как памятник этому событию на территории института возвышается ажурная вышка — стенд ИПТ — импульсного пневмотранспорта. На этом стенде имитировались ус-

ловия производства завода РТ-1 и отработывалась технология ИПТ. Высота вышки определялась местом взаимного расположения агрегата резки твэлов и растворителя отработавшего ядерного топлива. Трасса транспортировки была близка к заводской. Стенд и сейчас находится в рабочем состоянии.

На заводе РТ-1 в городе Озерске первая очередь новой технологии была пущена в эксплуатацию в 1988 году. Завершили работы — в 1997 году.

Сопоставляя события и факты прошедших лет, особенно последнего десятилетия, можно только сожалеть, что претворение актуальной научной идеи в дело, тем более связанное с атомной энергетикой, в новые технологии, преобразующие производство, затягивается на долгие, долгие годы. В данном случае, как говорится, хорошо, что хорошо кончается. Присуждена премия Правительства Российской Федерации 1999 года в области науки и техники Вячеславу Лазаревичу Истому, доктору технических наук, главному научному сотруднику Института гидродинамики СО РАН и Владимиру Анатольевичу Рыжакову, инженеру-технологу (в составе авторского коллектива) за работу «Экологически безопасная технология и оборудование системы удаления на хранение твердых радиоактивных отходов отработавших сборок твэлов на заводе РТ-1. Создание системы, внедрение и эксплуатация».

Переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) атомных электростанций (АЭС) и



других атомных реакторов и оборудование, предназначенное для его осуществления, представляют собой большой комплекс, выполняющий различные по своему назначению операции в определенной последовательности.

Учитывая опасность перерабатываемых материалов для окружающей среды и вредное воздействие на здоровье обслуживающего персонала и населения, к этому оборудованию предъяв-

ляются особые требования: полная герметичность; возможность дистанционного управления и обслуживания; максимальная безопасность и надежность.

(Продолжение на стр. 2)

На снимке: лауреаты премии Правительства РФ доктор технических наук В.Истомин и ведущий инженер-технолог В.Рыжаков.

Электронная русскоязычная версия «Науки в Сибири» в INTERNET: <http://www-sbras.nsc.ru/HBC/>

Здесь же публикуются резюме номеров газеты на английском, французском и немецком языках. E-mail: presse@sbras.nsc.ru.

«АТОМЩИКИ ТЕПЕРЬ ЗАБОТ НЕ ЗНАЮТ»

(Начало на стр. 1)

Долгое время наиболее трудоемкие и опасные в технологическом процессе переработки ОЯТ были операции по транспортировке и загрузке в хранилище для длительного хранения хвостовиков и нерастворимых оболочек отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) после растворения ядерного топлива.

В первые годы эксплуатации завода по регенерации ОЯТ РТ-1 транспортирование хвостовиков и нерастворимых оболочек осуществлялось с помощью автомобильного транспорта в специальном защитном транспортном контейнере, установленном на трейлере большой грузоподъемности.

В.Истомин обрисовал схему подробного процесса и преимущество новых технологических решений.

Нерастворимые оболочки после растворения ядерного топлива пневматическим способом выгружались из растворителя и загружались в бидон, который специальным механизмом подсоединялся к растворителю. После загрузки оболочками, бидон отсоединялся от растворителя и загружался в защитный транспортный контейнер. Затем контейнер перевозился в хранилище, в котором оболочки загружались в отсек для их длительного хранения.

Аналогично удалялись на захоронение и хвостовики ОТВС.

Большое количество бидонов и большие размеры шиберов не обеспечивали полную изоляцию от окружающей среды, а множество операций, которые необходимо выполнять при транспортировке, делали этот процесс весьма опасным. Все это приводило к постоянному загрязнению окружающей среды и переоблуживанию обслуживающего персонала.

Новый технологический процесс транспортировки и новое оборудование, предназначенное для его осуществления, обеспечивают полную герметизацию и автоматическое дистанционное управление технологическим процессом. Система удаления нерастворимых оболочек и хвостовиков ОТВС не имеет аналогов в мире, в том числе на радиохимических предприятиях по переработке отработавшего топлива АЭС в таких государствах, как Франция и Великобритания.

Теперь хвостовики удаляются электромагнитным транспортом хвостовиков (ТХ), предложенным отраслевым институтом СвЕРДНИИХИММАШ (г.Екатеринбург). Транспортирование нерастворимых оболочек осуществляется импульсным пневмотранспортом (ИПМ), который предложен ИГИЛ СО РАН.

Транспортные трубопроводы хвостовиков и нерастворимых оболочек расположены каждый в бетонном тоннеле, облицованном листовой коррозионно-стойкой сталью. Стены тоннеля обеспечивают биологическую защиту

обслуживающего персонала от излучений.

Хвостовики манипулятором загружаются в транспортную емкость. Краном с дистанционным управлением емкость подается в камеру загрузки и устанавливается в транспортную тележку. Затем тележка перемещается внутри герметичного трубопровода коробчатого сечения в камеру разгрузки и высыпает хвостовики в специальный отсек для длительного хранения.

Все операции, включая передвижение и загрузку хвостовиков в хранилище, производятся в автоматическом режиме и выполняются с одного пульта управления.

У системы импульсного пневмотранспорта (ИПТ) свои преимущества.

Процесс удаления нерастворимых оболочек ОТВС построен следующим образом: по окончании процесса растворения ядерного топлива, нерастворимые куски ОТВС импульсами сжатого газа выгружаются из растворителя в приемный комплекс импульсного пневмотранспорта. Из приемного комплекса куски транспортируются импульсами сжатого газа, подаваемого через сопла, расположенные последовательно по длине трубопровода, и далее — в хранилище твердых отходов.

Импульсный пневмотранспорт также автоматизирован, управляется с одного пульта. Система отличается высокой надежностью.

Работоспособность всех элементов системы ИПТ была проверена на нашем специальном стенде, выполненном в натуральную величину. Стендовые испытания показали возможность ликвидации любых аварийных ситуаций. Мы даже искусственно создавали «пробки» длиной до шести метров из нерастворимых оболочек в транспортном трубопроводе.

Действующее на заводе специальное хранилище хвостовиков и нерастворимых оболочек создано на основе научно-исследовательских работ в ИГИЛ СО РАН и проверялось на моделях.

Таким образом, на заводе РТ-1 успешно функционирует система для транспортирования и длительного хранения нерастворимых оболочек и хвостовиков ОТВС атомных энергетических и транспортных установок, обеспечивающая полную герметичность и изоляцию окружающей среды от радиоактивных продуктов. В настоящее время это экологически чистое производство.

Отмечу, что среди полученных отзывов на нашу работу один был подписан хорошо известным в Академгородке академиком С.Беляевым.

Разумеется, мы с Владимиром Анатольевичем Рыжаковым не вдвоем работали. К этой работе причастны многие. Хотелось отметить бывшего старшего научного сотрудника ИГИЛ, а затем СКБ ГИТ СО РАН Л.Наберухина. Он участвовал в первых научно-исследовательских работах по ИПТ; ведущего инженера нашего института Г.Кармацкого, он занимался первыми вариантами ИПТ; бывших сотрудников СКБ ГИТ В.Грехова, который разрабатывал первую конструкторскую документацию вместе с М.Летягиной, а также неутомимого и до сих пор работающего в КТИ ГИТ И.Ревакина, проводившего многочисленные монтажи и перемотажу стенда ИПТ и участвовавшего в экспериментах.

И главное, что академики М. А. Лаврентьев и Б.Войцеховский помогли нам и поддерживали эту работу.

Специалисты отмечают, что атомная энергетика — единственная энергогенерирующая технология, которая всецело ответственна за свои отходы. Правда, само понятие «отходы» некорректно по отношению к отработавшему ядерному топливу, так как оно более чем на 90 процентов состоит из материалов, пригодных для дальнейшего использования в народном хозяйстве.

Подготовила Г.Шпак.

Для сохранения научного потенциала Сибирского отделения РАН и объединения молодых ученых в рамках научных подразделений и центров Президиум СО РАН в конце прошлого года принял решение о воссоздании Советов научной молодежи. Нынешним академиком и доктором деятельности Советов молодых ученых памятна по студенческим и аспирантским годам. Именно они, ученые старшего поколения, предложили сегодня молодым объединиться в Совет, чтобы сообща искать решения профессиональных и социальных задач и, как говорится, не пропасть поодиночке.

Одним из первых в Сибирском отделении такой Совет появился в Кемеровском научном центре, где среди молодых сотрудников много аспирантов. Так, в аспирантуре Института угля и углехимии сейчас обучается 37 человек, из них 29 сотрудников в очной аспирантуре.

В прошлом году три аспиранта института защитили кандидатские диссертации до срока окончания аспирантуры, четверо молодых ученых до 35 лет защитились сразу после окончания аспирантуры



лом хотелось бы отметить, что активность и энтузиазм молодых во многом определяется активностью и энтузиазмом ведущих ученых.

Нельзя сказать, что все получалось. Первое собрание было самым многочисленным и самым сумбурным, многие приняли происходящее за очередную парадную акцию. Все отвыкли от таких некоммерческих и неадминистративных форм общения и отстаивания своих интересов. Дополнительные трудности создал разброс научных направлений. Так на сегодня Совет научной молодежи объединя-



ше принято красноречиво молчать, нежели громко озвучивать свои трудности, но одиночество, несомненно, вещь пагубная, ведущая к застою. По второй части вопроса хотелось бы заметить, что самому Постановлению едва ли полгода. Советы не набрали еще достаточных сил, чтобы стать инструментом извлечения личной выгоды. Может через несколько лет? Сейчас, если кто-то захочет сделать себе через Совет карьеру, то ему придется работать по-настоящему, да еще и ждать, пока у института появятся средства.

— А какие-нибудь достиже-

ВОЗЬМЕМСЯ ЗА РУКИ, ДРУЗЬЯ...

Продолжаем разговор на тему:
«Легко ли быть молодым в науке?»
(«НВС», N 8"2000)

ИУУ, один сотрудник защитил докторскую диссертацию до 40 лет, 11 человек — выпускников аспирантуры — работают в институте в настоящее время.

С 1999 года по настоящее время пятнадцать аспирантов Института являются стипендиатами администрации Кемеровской области.

О том, что уже удалось сделать молодым и что еще предстоит раскрывать **Роман ЗАМАРАЕВ** — председатель Совета молодых ученых Кемеровского научного центра.

Р.Замараев — ведущий программист Лаборатории моделирования систем и процессов угледобычи Института угля и углехимии СО РАН, после окончания Кузбасского государственного технического университета в 1996 году был принят в аспирантуру Института угля и углехимии и в сентябре прошлого года защитил кандидатскую диссертацию.

Сфера его научных интересов — мониторинг и диагностика машин и механизмов.

— Роман, как появился на свет Совет научной молодежи Кемеровского научного центра?

— Несомненно, сигналом к возрождению Советов научной молодежи послужило Постановление Президиума СО РАН. Пожалуй, здесь мы имеем тот случай, когда инициатива руководства существенно опередила естественный процесс самоорганизации молодых ученых. А в том, что в нашем научном центре Совет был создан одним из первых по Сибирскому отделению, большая заслуга принадлежит член-корреспонденту РАН Г.Грицко — председателю Президиума Кемеровского научного центра СО РАН, директору Института угля и углехимии СО РАН. Его активная и принципиальная позиция, направленная на всемерную поддержку молодых ученых и реализацию молодежного движения, не позволила застояться, помогла преодолеть инертность всех научных сотрудников, не только молодых.

Значительную организационно-техническую помощь в проведении первых собраний нам оказали Президиум научного центра и дирекция института. Нельзя не отметить постоянную заинтересованность в делах молодых соискателей и аспирантов доктора технических наук, профессора Власенко Бориса Васильевича — ученого секретаря Диссертационного совета Д 003.57.01 ИУУ СО РАН. В це-

ет молодых ученых, аспирантов, инженеров всех подразделений Кемеровского научного центра: Института угля и углехимии СО РАН, Отдела иммунологии рака При Президиуме КеМНЦ СО РАН, Филлиала ЦСБС СО РАН «Кузбасский ботанический сад», Кузбасской региональной лаборатории теплофизики ИТ СО РАН, Лаборатории геоэкологических и водных проблем КеМНЦ СО РАН и ИВЭП СО РАН, Кузбасской лаборатории археологии и этнографии ОИФ СО РАН и КеМГУ. Многие замкнуты на задачах своих лабораторий и плохо осведомлены о происходящем у соседей.

Общая численность молодых сотрудников составляет 70 человек.

— Чем обусловлена необходимость создания Советов и достаточно высокий интерес к ним?

— Согласно Постановлению Президиума СО РАН основная задача Советов научной молодежи «...способствовать скорейшему профессиональному росту молодых ученых...». Мне кажется, что необходимость именно скорейшего роста вызвана серьезными нарушениями в возрастной структуре научно-исследовательских институтов. Во время своеобразного «бездаремья» произошел сильный отток из науки тех, кто сейчас были бы «старыми» кандидатами и «молодыми» докторами. На себе чувствую этот провал, свое колоссальное отставание в научном весе и авторитете от своих старших коллег. Заполнить как можно быстрее этот вакуум, сохранить научные школы — вот по всей видимости основная цель СНУ.

Для молодых же ученых это движение становится шансом решить проблемы с публикациями своих работ, проведением конференций и семинаров, шансом найти материальную поддержку для интересных проектов и конкурсов.

Здесь я сознательно обхожу социально-экономические вопросы. На мой взгляд они должны попадать в поле зрения Советов в последнюю очередь, иначе это грозит для них перерастанием в профсоюз «для тех кому до...».

— В таком случае, как быть с утверждением, что таланты предпочитают творить в одиночестве и не выносятся на суд обществу? В этой связи возникает вопрос: не стали ли членами Совета лишь молодые исполнители, не способные к творческой работе, пытающиеся решить свои житейские проблемы за счет объединения?

— Действительно, в науке боль-

ния уже есть? Или ближайшие планы?

— В апреле состоится сессия Кемеровского научного центра, в ее рамках готовится проведение конференции молодых ученых, тематика которой не ограничена — каждый может представить доклад или сообщение по самым необычным проблемам.

В планах Совета выпуск сборника работ молодых ученых и своеобразного пособия соискателю, в котором были бы систематизированы все требования и правила представления и защиты кандидатских диссертаций, приведены формы необходимых документов и т.п. Если это удастся, то на следующий год планы будут значительно шире.

— Какие конкурсы и конференции для молодых ученых проводятся на более высоком уровне, например, в Сибирском отделении?

— В прошлом и в этом году были объявлены конкурсы работ и конкурсы-экспертизы проектов молодых ученых Сибирского отделения. Научная молодежь центра приняла в них участие, хотя довольно скромное. Причина этого, на мой взгляд — неверие в свои силы. По моему мнению существует очень большая проблема корректной оценки работ молодых ученых. Любая премия молодому — это по большей части аванс в развивающийся талант. Как определить, где работа самого молодого таланта, умудрившегося изобрести пусть и «велосипед», но свой, а где работа прилежного исполнителя, вышедшего из-под именитого научного руководителя, из известной лаборатории крупного института? С другой стороны, децентрализация таких конкурсов грозит падением уровня работ и раздачей по принципу очередности.

— Каким видится будущее Советов научной молодежи?

— Все зависит от нас самих. Но, если увеличится финансирование науки, или она сможет зарабатывать сама, появятся деньги на новое оборудование и проекты, если прежде всего «старые» ученые осознают необходимость работы с молодежью, а не будут спокойно взирать, как они барахтаются со своими мелкими, на их взгляд, проблемами, тогда шансов, что Советы не останутся только на бумаге будет значительно больше.

Денис Корнилов, сотрудник Института угля и углехимии СО РАН.

г. Кемерово.



На снимке: опытный стенд импульсного пневмотранспорта.

ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ СО РАН

— Так что же такое перфторированные соединения (ПФОС), в чем уникальность их свойств?

— Перфторированные органические соединения представляют собой продукты исчерпывающего фторирования углеводородов. Основные компоненты перфторуглеродов — углерод и фтор. Кроме того, в состав ПФОС могут входить кислород, азот, бром и другие элементы. По своей структуре молекулы этих соединений могут быть линейными, разветвленными или содержать бензольные кольца.

Благодаря исключительно высокой химической активности фтора синтезированные молекулы ПФОС приобретают свойства почти абсолютной инертности и устойчивости. Они не растворяются в воде и других растворителях, не реагируют с твердыми материалами. И с этой точки зрения они весьма привлекательны в качестве рабочих сред для ряда технологических процессов.

С другой стороны, ПФОС обладают очень слабыми межмолекулярными связями, следствием чего является аномально высокая способность растворять различные газы, в том числе кислород и углекислый газ. Так, растворимость кислорода в перфтордекалине в 20 раз выше, чем в воде.

По сравнению с фреонами, которые имеют близкую структуру, но содержат атомы хлора, ПФОС не представляют совершенно никакой опасности для озонового слоя Земли. Они также пожаробезопасны и безвредны для человеческого организма.

Из особенностей физико-химических свойств заслуживают внимания высокая плотность (почти в два раза выше, чем у воды), идеальная смачиваемость большинства твердых тел, малое значение поверхностного натяжения (примерно на порядок меньше, чем у воды), а вот вязкость может быть и значительно меньше и больше, по сравнению с водой. Широкий диапазон значений наблюдается по температуре кипения — от +400°C до -130°C. Наконец, ПФОС — прекрасный диэлектрик.

— А где применяются эти соединения?

— Сфера применения перфторуглеродов весьма обширна. Благодаря своим уникальным свойствам ПФОС имеют широкие перспективы для использования в энергетике, машиностроении, микроэлектронике, химической технологии, медицине, лазерной и космической технике в качестве озонобезопасных теплоносителей и рабочих сред, масел и смазок, пропеллентов и гидравлических жидкостей, диэлектриков, медицинских препаратов, компонентов искусственного кровезаменивателя и т.д.

В литературе приводятся и такие, довольно неожиданные примеры применения. Если оптические стекла, например, смочить перфторуглеродом, то после высыхания на них остается мономолекулярная пленка ПФОС, которая обладает гидрофобными свойствами, и таким образом она предотвращает оптические поверхности от запотевания. Аналогичная обработка поверхности металлических сплитов, транспортируемых морским путем, полностью предохраняет их от агрессивного воздействия влаги и морской соли. Сообщается об использовании ПФОС в криминалистике для обнаружения отпечатков пальцев на бумаге, если эту бумагу окунуть в перфторуглерод, а затем обработать в специальной печи. К сожалению, пока приходится говорить о перспективах, нежели о широкомасштабном практическом применении.

— Какие проблемы сдерживают широкомасштабное внедрение перфторуглеродов в практику?

— Главная проблема — это конечно же дороговизна ПФОС. Коммерческая цена перфтордекалина для медицинских целей достигает 260 долларов за килограмм! Конечная цена определяется прежде всего стоимостью исходного сырья и степенью требуемой чистоты. Для технических целей возможно использование менее чистых ПФОС, но их цена все равно составляет десятки долларов за килограмм, что остается препятствием для практического применения.

Другая причина — явная недостаточная изученность свойств синтезированных на сегодня ПФОС, а их насчитывается уже много десятков. И совсем мал опыт промышленной эксплуатации. Думается, что многие специалисты просто не представляют себе возможностей применения ПФОС.

— Какова цель интеграционного проекта? Может ли данный

Интеграционный проект СО РАН под названием «Разработка методов синтеза и изучение физико-химических и транспортных свойств перфторированных соединений» выполнялся под руководством директора ИТ СО РАН доктора физико-математических наук С.Алексеевко силами Института теплофизики, Новосибирского института органической химии и Института гидродинамики. Два года назад, после подведения промежуточных итогов, в нашем еженедельнике было опубликовано интервью с научным сотрудником Института общей патологии и экологии человека СО РАМН Т.Нароушвили о применении перфторуглеродов в медицине («НВС», № 15, 1998 г.). В действительности же, благодаря уникальным свойствам перфторированных органических соединений (ПФОС) диапазон их приложений гораздо шире, и об этом пойдет речь в интервью С.Алексеевко нашей газете.

проект решить указанные проблемы?

— Исходя из уникальных свойств ПФОС и проблем их внедрения, легко понять цели и задачи, которые мы перед собой поставили. Основной целью проекта является разработка методов синтеза перфторированных соединений углерода с заданными свойствами, получение соответствующих ПФОС, изучение их физико-химических и транспортных свойств, а также процессов переноса.

Из всего многообразия ПФОС целенаправленно исследовались те, которые наиболее эффективно могут быть использованы в качестве: модельной жидкости для гидродинамического эксперимента; абсорбента для процессов разделения газов; озонобезопасного теплоносителя — заменителя фреонов; диэлектрика; компонен-

не изучались.

— Давайте теперь рассмотрим более подробно различные сферы применения перфторуглеродов. Начнем с ПФОС-диэлектрика.

— Наиболее распространенной диэлектрической жидкостью является трансформаторное масло, которое используется как электроизоляционный материал в трансформаторах и других электроагрегатах с высоким напряжением или с повышенным выделением тепла.

Главные требования к диэлектрическим жидкостям — малая электропроводность, низкое значение электрического пробоя, пожаробезопасность. И по всем этим параметрам ПФОС могут превосходить масло. Так, у перфторпентана электропровод-

ность менее эффективных, но более простых и, желательно, компактных. Один из возможных путей — применение циклического процесса абсорбции-десорбции в системе «жидкий абсорбент—смесь газов». Если разные газы по-разному поглощаются и выделяются, то такой процесс возможен. Перфторуглероды как никакие другие жидкости подходят для такой цели. Они характеризуются аномально высокими коэффициентами поглощения газов, сильно зависящими от сорта газа, температуры и давления. Например, при температуре 0°C и парциальном давлении 30 атмосфер 1 объем перфтортрибутиламина поглощает 73 объема углекислого газа, 15 — аргона, 7,5 — кислорода, 4,5 — гелия. Если процесс осуществлять в динамике, то результат будет зависеть еще от величины коэффициента диф-

фузии газов. Эксперименты доктора технических наук Н.Прибатурина продемонстрировали, что эффективным способом для осуществления абсорбции является применение ударной волны, при наложении которой практически мгновенно происходит растворение газа в ПФОС. Однако требуется провести еще целый цикл исследований, чтобы обосновать и осуществить предлагаемую схему.

— У всех на устах проблема разрушения озонового слоя. Главным виновником считаются фреоны. Какую роль здесь могут сыграть перфторуглероды?

— Считается, что в разрушении озонового слоя действительно виновны главным образом хлор и бромосодержащие органические вещества. А это прежде всего фреоны, которые в массовых количествах используются в промышленности как теплоносители, хладагенты, пропелленты и т.д. Попадая в верхние слои атмосферы, молекула фреона под действием ультрафиолета распадается с образованием атомов хлора. Обнаружен механизм цепной реакции, вследствие которого один атом хлора разрушает до ста тысяч молекул озона. Это и есть причина столь сильного воздействия хлора на озоновый слой. Правда, существуют и другие взгляды на эту проблему. Тем не менее, в рамках Монреальского Протокола 1987 года достигнуто соглашение о сокращении потребления фреонов вплоть до полного их запрета, начиная с 1996 года, и переходе на использование альтернативных веществ.

Частичное решение проблемы связано с использованием фреонов, молекулы которых содержат атомы водорода. Тогда эффект воздействия на озоновый слой заметно снижается, но не до нуля. Количественная мера воздействия есть так называемый Ozone Depletion Potential (ODP). Кардинально проблема озонового слоя решается путем замены фреонов на ПФОС, которые имеют нулевое значение ODP, то есть абсолютно озонобезопасны. В число наиболее подходящих кандидатов на замену фреонов входят R227 и R236. Предварительные исследования показали, что они вполне могут применяться в качестве рабочих тел для холодильных машин и тепловых насосов, но для окончательных выводов потребуются приложить еще много усилий и средств.

Проблемой остается высокая дороговизна ПФОС (как минимум десятки долларов за килограмм). Но с другой стороны, абсолютная инертность ПФОС означает отсутствие их воздействия на конструкционные материалы и долгий срок службы. Поэтому применение даже дорогих ПФОС может быть экономически и техни-

чески оправдано. Тем не менее, главной задачей остается разработка дешевых методов синтеза ПФОС с приемлемой степенью чистоты. И такие пути уже проглядываются в исследованиях Новосибирского института органической химии.

— А теперь, пожалуй, наиболее интригующий и волнующий многих вопрос — о применении ПФОС в медицине.

— Весьма детально этот вопрос освещен в двух известных мне газетных статьях («Поиск», 1998, № 50, с.10 и «НВС», 1998, № 15, с.6). И здесь я коснусь только некоторых моментов. Конечно, наиболее важное — жизненно важное направление связано с использованием ПФОС в качестве кровезаменивателя, или как его называют, — «голубой крови». Такая возможность обусловлена тем, что вследствие высокой растворимости газов, ПФОС может выполнять основную функцию крови — газотранспортную, то есть переносить кислород, углекислый газ. Кроме того, перфторуглероды обладают низкой токсичностью, инертностью, высокой биологической совместимостью и наконец, что является принципиальным условием, полностью выводятся из организма за приемлемый период времени.

Впервые газотранспортная функция ПФОС была продемонстрирована в классических опытах Кларка и Голлана в 1966 году. Мыши, полностью погруженные в перфторуглерод, насыщенный кислородом, продолжали «дышать» в течение длительного времени — вплоть до 20 часов. А затем, после извлечения из жидкости и переходу к нормальному воздушному ды-

шанию, оставались живыми еще долгое время. Подобные опыты проводились и с кошками, но в состоянии анестезии.

В качестве кровезаменивателя чистый перфторуглерод использовать нельзя, так как он нерастворим в водных растворах, каким является кровь. Поэтому готовят эмульсию ПФОС в воде, стабилизированную поверхностно-активными веществами, в частности, альбумином. Наиболее распространенным компонентом кровезаменивателей является перфтордекалин, а наиболее качественным кровезаменивателем — отечественный препарат «Перфторан», разработанный в Пушине.

В рамках выполнения данного проекта мы пока преследовали две цели, касающиеся проблемы кровезаменивателя. Первая — разработка новых дешевых методов синтеза перфтордекалина. И результаты, которые всецело надежду, уже есть. Вторая цель — поиск новых перфторуглеродов, которые могли бы стать основой для кровезаменивателей нового поколения. И здесь тоже есть обнадеживающий результат: в Новосибирском институте органической химии впервые синтезирован дибромперфторгексан (C₆F₁₀Br₂). По нашим оценкам он должен иметь более высокие коэффициенты растворимости кислорода и углекислого газа. Кроме того, он обладает очень важным свойством — рентгеноконтрастностью, благодаря наличию атомов брома. Поэтому может применяться для лечебной диагностики, а также и в физическом эксперименте.

— И что же можно сказать в заключение?

— Если говорить об интеграционном проекте как таковом, то вывод однозначный — первый эксперимент Сибирского отделения по интеграции науки на междисциплинарном уровне следует признать весьма удачным. Если говорить о конкретном содержании данного проекта, то и здесь вывод тоже однозначен — перфторуглероды следует рассматривать как класс веществ с уникальными свойствами и возможностями, вследствие чего они подлежат самому внимательному к ним отношению как с точки зрения фундаментальных, так и прикладных исследований. А если еще более узко, то с далекими последствиями, — то, по нашему мнению, необходимо поддержать предложение Т.Нароушвили, о создании Сибирского центра по применению перфторуглеродов в медицине. Мы готовы принять самое деятельное участие в таком мероприятии.

На снимке: старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Р.Хайруллин наблюдает за экспериментом по измерению термических свойств жидких перфторуглеродов.

ПЕРФТОРУГЛЕРОДЫ-МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО



та искусственного кровезаменивателя. По сути проект представляет собой комплекс масштабных фундаментальных исследований, выполнение которых невозможно без привлечения специалистов из разных областей знания. На данном этапе были объединены усилия научных групп из Института теплофизики, Института органической химии и Института гидродинамики Сибирского отделения, которые являются лидерами соответственно в изучении процессов теплопереноса и теплофизических свойств химии фторированных органических соединений, электрических процессов в жидкостях и быстротечных процессов. Естественно, перечислены направления, имеющие отношение к теме проекта. Хотелось бы также назвать имена руководителей направлений и конкретных задач данного проекта. Это доктор физико-математических наук С.Станкус, доктор технических наук Н.Прибатурин, П.Петрик, кандидат физико-математических наук Д.Маркович (ИТ СО РАН), доктор химических наук В.Платонов, Г.Фурин (НИОХ), доктор физико-математических наук Л.Лукачченков (ИГиЛ).

Для уточнения подчеркнем, что центральная идея проекта заключается именно в целенаправленном поиске перфторуглеродов с заданными свойствами. Такая возможность обусловлена тем, что использование фтора в качестве структурного элемента органической химии во много раз увеличивает число возможных органических соединений, то есть открывает практически неограниченные перспективы для получения новых веществ.

— Какие соединения были исследованы?

— Всего было изучено, точнее, — изучалось более десяти перфторированных органических соединений. Наиболее известные из них: перфтордекалин C₁₀F₁₈ — компонент искусственного кровезаменивателя и перфтортриэтиламин N(C₂F₅)₃ — теплоноситель для систем охлаждения микроэлектроники. Далее, озонобезопасные хладагенты C₃F₈H (обозначение R227) и C₃F₈H₂ (R236), предлагаемые в качестве заменителей фреонов, а также ряд соединений с формулами C₆F₁₀Br₂, C₆F₁₀Br, C₆F₁₂, C₁₀F₁₈, C₆F₁₄Br₂. Для большинства из перечисленных ПФОС, включая R227 и R236, разработаны новые методы синтеза, которые, как мы надеемся, могут стать основой для промышленного производства. А дибромперфторгексан (C₆F₁₀Br₂) — кровезамениватель нового поколения — синтезирован впервые. Вообще-то, был синтезирован еще целый ряд новых соединений сложной структуры с температурами кипения 400—450°C, но они пока никак

ность в тысячу раз меньше, чем у трансформаторного масла. Величина электрического пробоя достигает 400 кВ/см и выше. Перфторуглероды совершенно пожаробезопасны в отличие от масел и даже используются в средствах пожаротушения. А малые значения вязкости и поверхностного натяжения позволяют использовать ПФОС в микроэлектронных устройствах.

— А что означает применение ПФОС в качестве модельной жидкости?

— Здесь прежде всего имеется в виду гидродинамический и теплофизический эксперимент. Для гидродинамики основными свойствами являются вязкость и поверхностное натяжение. Обычно в качестве рабочих жидкостей используют воду, этиловый спирт и растворы глицерина. ПФОС в сравнении с ними обладают на порядок меньшим коэффициентом поверхностного натяжения и в несколько раз меньшей вязкостью. Таким образом мы попадаем в другую область режимов течения. В частности, можно моделировать криогенные жидкости (жидкий азот или кислород), что крайне важно для задач криогенной дистилляции воздуха в насадочных колоннах, где имеется целый комплекс нерешенных проблем.

— Где и как можно применять перфторуглероды как абсорбенты газов?

— В ответе на предыдущий вопрос я упомянул о методе криогенной дистилляции воздуха, цель которого — разделение воздуха на составляющие компоненты — кислород, азот, углекислый газ, а также благородные газы. Но это дорогостоящий и очень сложный процесс. Поэтому давно стоит вопрос об альтернативных методах разделения и обогащения газов,

НАУКА В ПРОГРАММЕ ЯКУТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Одной из основных задач Якутского государственного университета является вовлечение студентов, аспирантов, молодых преподавателей в научную работу.

Особым событием для университета в 90-х годах стало принятие Министерством образования РФ Всероссийской научно-социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее». Программа имеет более 50 центров по стране, в их числе Якутский региональный центр, который с 1997 г. ежегодно признается лучшим по РФ. Программа курируется национальным фондом возрождения «Баргары» при Президенте РС(Я). М.Николаев является попечителем программы.

Управление научно-исследовательских работ ЯГУ на долгие годы стало домом для Оргкомитетов большинства научных мероприятий молодежи в республике.

В 1997 году Указом Президента РС(Я) были учреждены ежегодные Лаврентьевские чтения, которые по своей концепции являются своеобразным смотром работ научной молодежи. В рамках чтений проводятся конференции, олимпиады, методические семинары. Лучшим участникам вручаются медали.

Четвертый год Якутским госуниверситетом совместно с научным центром Сибирского отделения РАН и Академией наук РС(Я) ведутся работы в рамках федеральной целевой программы «Интеграция».

В числе исполнителей научных программ, которые предлагает университет, большое число молодых ученых и студентов. В университете появились молодые докторанты, из года в год все больше государственных стипендий РС(Я) присуждается сотрудникам ЯГУ. В университете работает 4 лауреата государственной премии РС(Я) в области науки и техники среди молодых ученых и специалистов.

В декабре прошлого года при поддержке Министерства по делам молодежи РС(Я), Технопарка ЯГУ Советами молодых ученых вузов и НИИ, а также Советами НИРС вузов была проведена республиканская научно-техническая выставка «Молодежь Якутии — практике», в которой большинство стендов было студенческим.

В конце 1999 года университет получил хорошие новости. На Всероссийский открытый конкурс студенческих научных работ было направлено 38 работ. Семь из них удостоены наград Министерства образования РФ.

Высшим достижением в области НИРС за прошлый год можно считать присуждение медали Российской академии наук для молодых ученых и студентов в области физико-технических проблем энергетики студенту физического факультета ЯГУ Игорю Рожину.

М.Черосов,
доцент, председатель
Совета НИРС,
Т.Сотникова,
начальник Отдела
организации НИР, ЯГУ.

ПОПРАВКА

В четырнадцатом номере газеты в одной из подписей под снимками к материалу «От дракона — до дракона» следует читать: «врачи-иммунологи Н.Якушко, Г.Березовская...».

В марте 2000 г. экспедиция, организованная Лимнологическим институтом СО РАН в г. Иркутске в рамках соглашения о научном сотрудничестве между Россией и Бельгией, обнаружила газогидраты в придонных отложениях озера Байкал.

Газогидраты — это твердые соединения, образующиеся из метана и воды при определенном давлении и температуре. Они встречаются главным образом в океанах и районах вечной мерзлоты на севере. В океанах они находятся на континентальных склонах как слои, располагающиеся ниже морского дна на несколько сотен метров. Для их обнаружения используются геофизические методы, а также бурение осадочных пород. Гораздо реже газогидраты встречаются вблизи морского дна (на глубине нескольких метров от его поверхности) в пределах газовыделяющих структур, похожих на грязевые вулканы. Так происходит, например, на Черном, Каспийском, Средиземном и Охотском морях.

О возможном присутствии газогидратов в осадках озера Байкал впервые заговорили в 1992 г. на основании результатов российско-американской глубоководной сейсмической экспедиции, исследовавшей Южную и Центральную котловины озера. Сейсмический сигнал, известный как BSR (Bottom Simulating Reflector — кажущаяся отражающая граница), был зафиксирован в сейсмических профилях на глубине нескольких сотен метров осадочных пород и позволил предположить присутствие слоя газогидратов. Сигнал появляется в осадках на обширной территории севернее и южнее дельты реки Селенга. В 1998 году газогидраты удалось найти на глубине 120 метров в районе Южной котловины в ходе осуществления программы «Байкал-бурение» под руководством член-корр. РАН М.Кузьмина, директора Института геохимии СО РАН. Находка подтвердила присутствие газогидратов в толще донных отложений озера Байкал на глубине нескольких сотен метров. Месторождение газогидратов в пресной воде является уникальным.

Анализ сейсмических профилей, полученных в 1989 и 1992 гг. в рамках совместного российско-американского проекта, показал неравномерное распространение BSR, с дезинтеграцией слоя газогидратов по линии сбросов, и предположительно выделение метана со дна озера вдоль этих зон. Это послужило основанием для подачи заявки в ИНТАС на осуществление проекта (96—1915) по данной теме. В 1998 г. началась работа по проекту в рамках российско-бельгийского соглашения о научном сотрудничестве с целью тщательного изучения придонных структур, связанных с газогидратами, и поиска газовыделяющих структур на дне озера.

Летом 1999 г. экспедиция, организованная Лимнологическим институтом СО РАН под руководством проф. Марка де Батиста из университета г. Гента (Бельгия), исследовала поверхность дна озера и верхних слоев осадков котловины южнее дельты реки Селенга с использованием различных геофизических методов.

По сейсмическим записям высоко разрешения удалось определить все особенности BSR в данном районе, а также наблюдать ясно обозначенные зоны распада слоя газогидратов вдоль разломов. Кроме того, были обнаружены вертикальные каналы, по которым газ движется вдоль разломов и достигает дна озера. Ученые из ВНИИ Океанологии (Санкт-Петербург), используя гидролокационную станцию бокового обзора, получили профили над зоной выделения газа, где ясно выражены структуры, находящиеся на дне озера. На профилях отчетливо видны грязевые вулканы, сгруппированные в три отдельных участка выброса газа, расположенных на линии в направлении ВСВ, параллельно зоне разлома на глубине около 1350 метров. Диаметр кратеров достигает 2 километров.

При помощи эхолотирования произведено детальное картирование.

Этим же методом в воде был неожиданно обнаружен газовый плюм на расстоянии около 25 метров выше центра кратера. Наличие плюма свидетельствует о продолжающейся активности данных участков, но процесс, приведший к образованию плюма, определить не удалось, хотя были применены специальные методы (например, метод профилирования CTD) для измерения температурных изменений, проводимости, содержания кислорода и количества частиц в столбе воды. В пробах, взятых на различной глубине, нашли метан.

Изучение теплового потока ясно продемонстрировало наличие его аномалий в районе выхода газов. В экспедиции, кроме уже упомянутых Лимнологического института, Гентского университета и ВНИИ Океанологии, участвовали Королевский музей Центральной Африки (Тервюрен,

тот же тип осадочной породы с высоким содержанием газов. Однако удивление вызвал тот факт, что пробоотборник собирал не более 40—50 см осадков.

Главная задача экспедиции — дополнить летнюю коллекцию проб, была выполнена. Лабораторный анализ собранных образцов должен дать сведения о природе и происхождении газов и их возможной связи с газогидратами. Но, по общему мнению, можно было добиться больших результатов. Приведем только одно наблюдение: температура, измеренная в осадочных кернах с помощью игольного термометра, показала локальные аномалии, хотя и не вполне убедительные, которые могут указывать на распад на поверхности газогидратов. Был увеличен вес пробоотборника, и коллектив научных и технических сотрудников приложил все усилия, чтобы продолжить отбор проб снова и снова.

Оператор лебедки, не обращая внимания на холод, ветер и снег, поднимал керн за керном. В конце кон-



Открытие газогидратов в придонных осадках озера Байкал, связанных с участками выброса газов, имеет особое значение, поскольку газогидраты впервые обнаружены на небольшой глубине в пресноводной среде. В настоящее время выявлено три источника газов, и только в одном из них обнаружены газогидраты. Наиболее вероятно, что они чаще встречаются в Южной, но вероятно есть также и в Центральной котловине озера. Составление топографической карты озерного дна — первоочередная задача

ГАЗОГИДРАТЫ В ПРЕСНОВОДНОМ БАЙКАЛЕ

Бельгия), Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии и Институт химической кинетики и горения СО РАН из Новосибирска.

В результате работ, проведенных летом 1999 г. с борта исследовательского судна «Верещагин», впервые выявлено присутствие газовыделяющих структур на дне озера Байкал, определена их структура, продемонстрирована связь между слоями газогидратов, глубоко погруженных в осадочные породы. Тем не менее, ряд точных экспериментов по изучению газовыделяющих участков не мог быть осуществлен из-за того, что течение мешало зафиксировать судно в заданной точке во время погружения инструментов на дно озера. Поэтому было принято решение о проведении зимой 2000 г. дополнительных исследований участков выделения газов с целью точного проведения экспериментов. Лимнологический институт взял на себя организацию зимней экспедиции, техническое обеспечение организовала станция нейтринного телескопа Института физики при Иркутском государственном университете. Для проведения запланированных экспериментов была создана довольно большая команда из специалистов Королевского музея Центральной Африки (Тервюрен, Бельгия), Института геохимии (Иркутск), Объединенного института геологии, геофизики и минералогии (Новосибирск) и ВНИИ Океанологии (Санкт-Петербург), имеющих опыт изучения газогидратов в океане.

Для определения места проведения экспериментов использовалась полученная летом информация о расположении газовыделяющих структур и о положении плюма над этими участками. Эксперименты по отбору керна были начаты внутри плюма на одном из грязевых вулканов, «Большом» кратере. Хотя в полученных осадочных породах присутствовал газ, они не обладали необходимыми характеристиками газовыделяющих структур. После нескольких неудачных попыток стало ясно, что течения могли сместить плюм относительно места выброса газов. Экспедиция перешла к другому кратеру, «Маленькому», где плюм занимает меньший участок. После тщательного изучения летних профилей отбор проб был произведен ниже, предположительно в центральной части кратера. Полученные осадочные породы обладали характерными особенностями недавней переработки и отличались высоким содержанием газов. Были взяты образцы газов, воды, содержащейся в осадочных породах (поровой воды), воды на границе вода — осадочные породы, а также поверхностных осадков и воды для определения микробиологической активности. Эксперимент несколько раз повторялся, и каждый раз получали

цовой, вечером 21 марта, когда бур достиг поверхности, Олег Хлыстов, ответственный за бурение, увидел пузыри газа, интенсивно поднимающиеся на поверхность воды. Пробоотборник поднялся над водой, был вытаскиваем из трубы у основания керна, и после обычных 40 сантиметров осадков мы увидели крупные кристаллы газогидратов. Толщина слоя газогидратов — около 10 см, размер кристаллов достигал 7 см.

Кристаллы газогидратов для последующего изучения поместили в герметичные баллоны с жидким азотом, газ и поровую воду собрали с находящихся сверху осадков. Была измерена температура и теплопроводность осадочных пород.

При повторных отборах газогидраты были обнаружены еще несколько раз в основании 25—40 см осадков. Стало ясно, что твердый слой газогидратов препятствовал проникновению трубки в нижележащие донные осадки. Подробная топографическая карта дна была составлена с помощью эхосондирования через слой льда. Было видно, что участок, где немного ниже поверхности дна озера были обнаружены газогидраты, расположен в кратере, вытянутом с востока на запад.

В то время, как группа ученых активно занималась отбором проб газогидратов, их консервацией и подготовкой для анализа, Николай Гранин со своим коллективом работал над изучением столба воды с помощью CTD-профилирования и отбора проб воды. Он открыл, что фактически температурный профиль водного столба над участками выброса газов обладает свойствами, сильно отличающимися от обычных профилей водного столба в озере Байкал. Положительные и отрицательные аномалии изменения температуры в нижней части водного столба служат подтверждением гипотезы о том, что плюм над участками выброса газов появляется благодаря присутствию формирующихся в воде газогидратов в начальной стадии образования, когда выделяющийся метан входит в контакт с холодной донной водой. Поднимаясь вверх, газогидраты приводят к нарушению равновесия и образованию смешанного слоя, обогащенного метаном. Эта гипотеза главным образом основана на интерпретации температурных аномалий, полученных с помощью CTD-профилей, и должна быть подтверждена анализом метана, содержащегося в воде на различной глубине, и другими физическими опытами.

Когда «кустальные, но довольные» участники экспедиции перенесли оборудование и драгоценные образцы на берег озера, температура воздуха впервые поднялась выше нуля градусов по Цельсию, и начался медленный процесс таяния ледового покрова озера.

для выявления распространенности данных структур и изучения возможной связи с тектоническими процессами, идущими в бассейне озера.

Химические характеристики газогидратов, поровых вод и газов, содержащихся в осадках, связанных со слоем газогидратов, должны быть внимательно изучены. Для солевой воды эти характеристики достаточно хорошо известны благодаря исследованиям месторождений газогидратов в океане. О химических характеристиках для пресной воды почти нет сведений. Частично эта работа может быть выполнена с использованием уже имеющихся проб, но для изучения осадочного разреза большего объема требуется глубинное бурение.

Хотя газогидраты были неоднократно обнаружены в областях выброса газов в океане, распределение и, в особенности, объем газогидратов, содержащихся в данных структурах, изучены еще недостаточно. Требуется проведение тщательных исследований участков выброса газов. Озеро Байкал очень хорошо подходит для выполнения этой работы, поскольку здесь можно проводить исследования летом с кораблей и зимой со льда, что позволяет выбрать наиболее подходящее место для экспериментов и очень подробно исследовать выбранный район.

Поддонные участки газогидратов в озере Байкал — превосходная экспериментальная база для оценки количества и пространственного размещения газогидратов в структурах данного типа. Для проведения исследований необходимо получить образцы более глубоких осадочных слоев и применять комплексно несколько физических методов. Воды озера Байкал считаются очень чистыми. Если внешнее загрязнение и существует, то оно контролируемо и имеет ограниченный характер. Сейчас стало ясно, что загрязнение вод озера метаном вызывается также естественными процессами. Необходимо оценить содержание метана в воде.

Изучение биоты в местах выброса метана следует дополнить исследованием влияния метана, присутствующего в воде, на биоту озера. Кроме того, как показано, выделение метана на дне озера приводит, в частности, к процессам перемешивания в нижней части водного столба. Следует изучить влияние этих процессов на гидродинамику озера. Очевидно, что выделение метана на дне озера — важный дополнительный процесс, который нужно учитывать при изучении вентиляционных процессов в озере.

Ян КЛЕРКС,
профессор, Королевский музей
Центральной Африки, Бельгия.

В Красноярске состоялась вторая Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Достижения науки и техники — развитию сибирских регионов (инновационный и инвестиционный потенциалы)», организованная по инициативе администрации Красноярского края. В рамках конференции работала выставка. В конференции участвовало свыше 1500 человек. Из различных регионов России, а также из восьми зарубежных стран поступило 600 докладов. Работа конференции проходила под председа-



КРАЙ БОЛЬШИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

тельством губернатора Красноярского края А.Лебедева, сопредседателем конференции и одним из ее организаторов стал председатель Президиума КНЦ СО РАН член-корреспондент РАН В.Шабанов.

Тематика конференции оказалась весьма многогранной — встречи и дискуссии проходили на заседаниях десяти специализированных секций.

В докладах участников и на дискуссиях отчетливо прозвучало, что Красноярский край среди сибирских регионов считается зоной относительной стабильности. Тенденции развития экономики Красноярского края отражают, с одной стороны, постепенное возрождение базовых отраслей региона, с другой — усиление позиций на рынке услуг и международного бизнеса.

Вместе с тем, сохраняется тенденция снижения удельного веса перерабатывающих отраслей промышленности края, что на практике усугубляется отсутствием технологий глубокой переработки сырья, наличием производств, загрязняющих окружающую среду, а также высокой степенью изношенности производственных мощностей.

Основу инвестиционных вложений Красноярского края составляют ресурсно-сырьевой, потребительский и интеллектуально-инновационный потенциалы. Край имеет все условия для развития инновационной деятельности и является одним из регионов Сибири, имеющих долгосрочные научно-технические перспективы. Наиболее наглядно это было продемонстрировано на выставке научных и технических дос-

тижений, сопутствующей конференции.

В отличие от предыдущей, эта выставка была более представительной и разнообразной. В экспонировании разработок приняли участие не только научные, исследовательские, учебные и проектные организации, но также крупнейшие заводы и фирмы города и края. Впервые — и весьма внушительно — на выставке были представлены заводы оборонного комплекса. Ведь Красноярский край — один из тех регионов России, где оборонная промышленность многие годы являлась основой экономики. Поэтому сегодня особенно важно задействовать потенциал этих предприятий для дальнейшего развития края.

«Красмашзавод» — один из крупнейших в России производителей ракетно-космической техники — пред-

ставлял на выставку не только свои ракеты и двигатели к ним, но и образцы мясорубок, перерабатывающих комплексов и современного хлебопечного оборудования, термопластавтоматы, медицинскую технику и врачебный инструментариум, а также бытовую и промышленную холодильную технику. Горно-химический комбинат г.Железногорска демонстрировал свои новейшие достижения в области технологии получения электро- и радиотехнической керамики, технологию получения экстрактов с помощью двуокиси углерода, в числе которых — результаты совместного сотрудничества с СО РАН, такие как широко известный препарат «Силк» и новые технологии получения кремния и германия.

Самостоятельным комплексом был представлен Красноярский государ-

ственный фонд «Конверсионный технопарк», одним из учредителей которого также является КНЦ СО РАН. Разработкой технопарка по автономным источникам энергообеспечения, переносному термоэлектрическому холодильнику, лаборатории теплового мониторинга, тепло-сберегающей технологии строительства жилья вызвали большой интерес посетителей выставки.

Каждый из академических институтов КНЦ СО РАН был представлен персональными выставочными стендами, на которых излагались собственные инновации и разработки, многие из которых доведены до стадии бизнес-планов и инвестиционных паспортов.

...Получит ли развитие край больших возможностей? Этот вопрос по-прежнему возник и у гостей, и у участников конференции. Конечно, хотелось бы верить в хорошие перспективы.

Ю.Машуков,
наш собкор.

г. Красноярск.

На снимках:

- Общий вид выставки;
- Награждается В.Шабанов — председатель Президиума КНЦ СО РАН;
- В.Владимиров, директор НПФ «Электрон» при КНЦ СО РАН;
- Н.Зайцев (СКТБ «Наука») демонстрирует технологию лазерного раскроя;
- В.Деревянко — разработчик переносного термоэлектрического холодильника;
- «Красмашзавод» и его ракеты.



Многим известен тот факт, что такая мощная река, как Енисей, в самые лютые морозы течет, не замерзая, от плотины Красноярской ГЭС на протяжении 300—350 км, принося региону массу больших и малых невзгод. Уже более 30 лет ученые Красноярска и других регионов изучают этот феномен. Однако, до сих пор не найдено исчерпывающего объяснения. Нас в этом случае интересует лишь один из аспектов этой многогранной проблемы — тепловой ресурс явления.

Природа подарила человеку колоссальные запасы тепловой энергии, создав теплые водные источники разного уровня температур. Фактически она предоставила нам аккумуляторы тепла, сохраняемого и переносимого водами на различные расстояния. Только чаще всего люди не в состоянии использовать такое тепло, потому что оно «холодное». Действительно, как использовать в отоплении, скажем, 6—8 градусную воду? Ныне это тепло получило устойчивое название — низкопотенциальное. Чуть меньшие «тепловые реки», но более многообразные имеют техногенное происхождение с температурой воды от 20 до 40 градусов. Они создаются промышленными объектами и к ним относятся стоки предприятий, очистные сооружения, градирни и т.п., тепло которых также не может быть использовано напрямую для теплоснабжения. Но реально ли это в принципе?

Сибирское отделение РАН в лице Института теплофизики СО РАН и его партнеров имеет более чем двадцатилетний научный опыт в области создания и производства теп-

лонасосной техники, способной вовлечь в полезное использование низкопотенциальное тепло естественного и техногенного происхождения. Это осуществляется с по-

мощью тепловых насосов различной мощности. Около двух лет назад по инициативе председателя КНЦ СО РАН В.Шабанова в СКТБ «Наука» был создан сектор тепловых насосов, задачей которого стало применение научно-технических разработок Института теплофизики. Возглавил сектор С.Ларченко, техническое руководство было закреплено за гл. инженером А.Севостьяновым.

Сами по себе тепловые насосы — изобретение не новое. «Старший брат» теплового насоса — холодильник — сегодня работает в каждой семье во всех странах мира. В холодильнике через охлаждение снимается тепло с продуктов питания и выбрасывается в атмосферу через радиатор на задней стенке. В тепловом насосе наоборот: снятая тепловая энергия не выбрасывается в атмосферу, а греет в конденсаторе воду для системы отопления или горячего водоснабжения. Источником (сырьем) для работы теплового насоса может служить любая проточная вода с температурой от 5 до 40 градусов. При этом,

естественно, для работы теплового насоса используется внешняя энергия от электропривода или двигателя внутреннего сгорания, но на единицу затраченной энергии получается выход тепла в 2—8 раз больше, чем при прямом его употреблении. Таким образом достигается также экономия органических и невоспроизводимых природных ресурсов.

Работа сектора тепловых насосов началась с создания собственной системы отопления в Академгородке для корпуса экологии. Для этого

тепловых насосов для теплоснабжения и горячего водоснабжения в Красноярском крае неизмеримо больше, чем сделано на сей день. Это и стало основным предметом творческого сотрудничества Института теплофизики и КНЦ. В 1998 году под руководством академика В.Нагорякова и член-корреспондента В.Шабанова был разработан бизнес-план по использованию теплонасосной техники в крае. В плане обосновывалась возможность и необходимость создания сети теплонасосных стан-

ций с общей мощностью до 500 Гкал/час. Анализ экономической эффективности применения тепловых насосов подвергался следующим основным источникам низкопотенциального тепла: тепло вод Енисея, очистные сооружения и промстоки, дымовые газы ТЭЦ и котельных. По всем источникам тепла срок окупаемости капитальных вложений не более 1—2 лет.

Особый интерес в бизнес-плане представляет Дивногорск — город строителей Красноярской ГЭС. Сейчас он полностью отапливается электротеплоносителями с суммарной мощностью около 100 Гкал/час. Если для его отопления использовать тепло вод Енисея, незамерзающего круглый год, то экономия может составить около миллиарда рублей в год, высвобождающая при этом до 3% мощности Красноярской ГЭС.

Учитывая, что Енисей является практически неограниченным источником низкопотенциального тепла, необходимо использовать его тепло прежде всего для горячего водоснабжения г.Красноярска. Для этого необходимо переводить каждый год на горячее водоснабжение за счет вод Енисея по одному городскому району. Для всей программы горячего водоснабжения г.Красноярска потребуется тепловых насо-

сов на 220—230 Гкал/час. При этом необходимо максимальное использование существующих тепловых сетей.

Не менее значимым фактором использования тепловых насосов является абсолютная экологическая чистота этой технологии. Более того, в случае замены традиционной технологии производства электроэнергии, получаемой в результате сжигания угля или мазута, количество вредных выбросов в атмосферу сокращается на 40—50 т на каждую отпускаемую гигакалорию. При этом образуется существенная экономия расходов на невоспроизводимого органического сырья.

Двухлетний опыт делового сотрудничества и работы полигона тепловых насосов в СКТБ «Наука» дал возможность провести анализ и по целому ряду объектов города и края. Особый интерес среди них представляют технические предложения по утилизации тепла, образующегося при хранении отработанных тепловых деловых элементов (ТВЭЛ) атомных станций, хранения которых находится под г.Красноярском; также — по утилизации тепловых сбросов Ачинского глиноземного комбината; предложения по производству для частного сектора и квартир малых климатических установок, спрос на которые может быть чрезвычайно большим.

Все эти работы выполнены под руководством директора НПФ «Электрон» при КНЦ к.ф.м.н. В.Владимирова. Перспективы работы в этом направлении весьма обширны. Согласно прогнозам Мирового энергетического комитета к 2020 году до 75% теплоснабжения (коммунального и производственного) в развитых странах будет осуществляться с помощью тепловых насосов. В мире этот прогноз успешно подтверждается. Сможет ли Россия соответствовать этому уровню — покажет будущее.

Ю.Машуков, «НВС».
г.Красноярск.

На снимке:
— зав.сектором С.Ларченко, дежурный инженер В.Заворужев в лаборатории СКТБ «Наука».

ТЕПЛОВЫЕ РЕСУРСЫ ХОЛОДНОЙ ВОДЫ

мощью тепловых насосов различной мощности. Около двух лет назад по инициативе председателя КНЦ СО РАН В.Шабанова в СКТБ «Наука» был создан сектор тепловых насосов, задачей которого стало применение научно-технических разработок Института теплофизики. Возглавил сектор С.Ларченко, техническое руководство было закреплено за гл. инженером А.Севостьяновым.

Сами по себе тепловые насосы — изобретение не новое. «Старший брат» теплового насоса — холодильник — сегодня работает в каждой семье во всех странах мира. В холодильнике через охлаждение снимается тепло с продуктов питания и выбрасывается в атмосферу через радиатор на задней стенке. В тепловом насосе наоборот: снятая тепловая энергия не выбрасывается в атмосферу, а греет в конденсаторе воду для системы отопления или горячего водоснабжения. Источником (сырьем) для работы теплового насоса может служить любая проточная вода с температурой от 5 до 40 градусов. При этом,

был использован тепловой насос ТН-1000, изготовленный и поставленный ЗАО «Энергия» с теплопроизводительностью 1000 кВт. В качестве источника низкопотенциального тепла был использован контур питьевой воды, поставленной в дома Академгородка. Здесь с воды температурой в 4—6 градусов снимались 1—2 градуса тепла. Созданный комплекс стал полигоном для исследований, обучения и, что не менее важно, рекламы и демонстрации эффективности системы. За два года работа полигона позволила исследовать и отработать много вопросов, как чисто технических, так и психологических. К сожалению, до сих пор наша научно-техническая общественность часто еще не понимает и не верит в то, что холодной водой можно обогревать помещения даже в суровую зиму.

В этом году Институту теплофизики и ЗАО «Энергия» удалось запустить тепловые насосы на заводе холодильников для утилизации тепла на сварочном участке производства генераторов. Еще один тепловой насос внедрен на электрохимическом заводе г.Зеленогорска. Все специалисты по созданию и обслуживанию новых систем проходили обучение и стажировку на работающем полигоне.

Однако, потребности в использова-



Из досье «НВС». Кравченко Александр Филиппович, доктор физико-математических наук, профессор. Крупный специалист в области физики полупроводников и полупроводниковой оптоэлектроники. Автор 260 научных работ, в том числе 20 аналитических обзоров, учебных пособий, монографий и 16 изобретений, подготовил 40 кандидатов и четырех докторов наук.

— Александр Филиппович, вам исполняется 70 лет, как вы их прожили, чего достигли? Расскажите немного о себе: где родились, что окончили, как пришли в науку и как оказались в Сибири?

— Родился в 1930 году в г. Запорожье (Украина). В год моего рождения семья переехала на постоянное место жительства в г. Николаев. Школу закончил в 1949 году с золотой медалью. Моему поколению не повезло: в 1941—1944 годах находился на оккупированной территории в г. Николаеве и в это время школу не посещал.

Свое отношение к физике определил еще в школьные годы. И в 1949 году поступил в Николаевский пединститут на физмат. Окончил его с отличием в 1953 году и был рекомендован в аспирантуру. В 1953—1956 годах учился в аспирантуре по специальности «Физика полупроводников» при Львовском политехническом институте. В 1957 году защитил кандидатскую диссертацию.

В 1956—1959 годах работал на кафедре физики Львовского политехнического института, вначале ассистентом, а затем старшим преподавателем. Профессор А.Н. Андриевский как-то сказал мне: «Чего греха таить, неохота вас отпускать от себя. Думал, придет время, передам вам кафедру. Но вот уж очень заманчивое есть дело. В Сибири вам предоставляется возмож-



— В 1983 году я уехал на Украину, пройдя по конкурсу на должность начальника лаборатории, чуть позже — заместителем директора по научной работе Института радиотехнических материалов ПО им. С.П.Королева (Киев). Последние семь лет работал на долж-

ленно работают авторы — А.Кравченко, Н.Талипов и Т.Шамирзаев. Такими моими планами на ближайшее будущее.

— Говорят, человек вы неугомонный и мировую географию изучаете не по картам и книгам, а в натуре. В каких странах вам удалось побывать по делам, связанным с вашей профессией?

— Меня неоднократно приглашали на конференции физиков в Америку, на международные конференции по физике полупроводников и по тонким пленкам в Польшу и Японию. Был я во Франции, ФРГ, ГДР, Чехословакии. Выступал с лекциями в Гарвардском, Стенфордском, Баттон-Ружском университетах, Массачусетском технологическом институте. Слушали меня ученые Англии в Ноттингемском, Лондонском, Бирмингемском университетах. Как лектор общества «Знание» побывал в Новой Зеландии, Сингапуре, Австралии.

Александр Филиппович, хочу сказать напоследок комплимент, не связанный с наукой и образованием: ваши картины, которые я видел, правда, давно, оставили глубокий след в моей памяти. Что означает для вас живопись? Давно ею занимаетесь? И не было ли чего-нибудь необычного в жизни, связанного с этим увлечением?

— Рисовать я начал в раннем детстве. Рисовал в основном копии, а затем с натуры портреты и натюрморты. В школьные и, особенно, в студенческие годы круг интересов расширился: я увлекся созданием карикатур на друзей и учителей, став «штатным» сотрудником всех сатирических стенных газет, серь-

ИЗВЕСТНЫЙ ФИЗИК И НЕЗАУРЯДНЫЙ ПЕЙЗАЖИСТ

ность организовать научный участок. Поедете?»

— И вы оказались в Новосибирске?

— Да, я твердо решил, что физика полупроводников — вот сфера, в которой я буду вести исследования, поиски. В 1959 году по конкурсу прошел на должность доцента, а вскоре — заведующего кафедрой физики Новосибирского электротехнического института. В 1961—1962 годах находился на научной стажировке в университете Пардю (США).

— Но вас, наверное, сильнее всего притягивал к себе новосибирский Академгородок и Институт физики полупроводников, в частности?

— В 1963 году по конкурсу я перешел на работу на должность вначале старшего научного сотрудника, затем — заведующего лабораторией кинетических явлений в полупроводниках Института физики полупроводников СО АН. В этом институте я проработал 20 лет, создал на базе лабораторий кинетических явлений в полупроводниках СО АН. В 1972—1975 годах был заместителем директора института по научной работе.

В течение 20 лет работал по совместительству в Новосибирском государственном университете — доцентом, профессором, заместителем заведующего кафедрой физики полупроводников, формировал программы курсов, создавая лабораторный практикум, читая большинство основных курсов.

Из отзыва члена-корреспондента АН СССР (ныне — академик) А.Ржанова о научных работах А.Кравченко — 1981 г.: «А.Кравченко является одним из основателей нового направления в науке — физике тонких пленок, являющейся основой современной микроэлектроники. Им получены основополагающие результаты, широко известные в нашей стране и за рубежом, такие как размерные и нелинейные эффекты в пленках, анизотропия кинетических процессов и другие, которые выявили основные физические законы движения электронов в тонких полупроводниковых пленках.

Развивая это направление, А.Кравченко со своими учениками выполнил обширные фундаментальные исследования оптоэлектронных процессов в тонкопленочных системах, которые привели к открытию новых физических явлений (эффект резонансной перезарядки глубоких центров, эффект передающих фононов, поверхностный фотогальванический эффект и др.). На основании этих исследований в его отделе при его непосредственном участии созданы не имеющие мировых аналогов функциональные устройства оптоэлектроники — оптические и электрические управляемые транспаранты, многоэлементные матрицы модуляторов света и светодиодов и ряд других, являющихся элементарной базой оптических вычислительных машин. Большинство устройств защищено авторскими свидетельствами на изобретение и внедрено на предприятиях ряда министерств.»

— Рассказывают, что в 1983 году вы решили вернуться на Украину, где и кем там работали?

ности профессора кафедры микроэлектроники Киевского политехнического института.

И снова высокий отзыв о работе А.Кравченко, полученный из Института радиотехнических материалов — 1988 год: «В КНИИРТМ под руководством А.Кравченко проводится вся работа по формированию научно-технической политики, совершенствованию тематики института, его структуры, организации и проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. А.Кравченко ведет большую работу по созданию в институте современной технологической, экспериментально-исследовательской базы, организации единого производства, воспитанию молодежи».

— Александр Филиппович, 24 года, проведенные в Сибири, как я понял, были самыми плодотворными в вашей жизни. Многие сделали, многое еще предстоит сделать. И вы снова приехали в Академгородок ради этого?

— В 1995 году я вернулся в Академгородок к детям и внукам. Но не только. Дело, как и прежде, у меня здесь много. По конкурсу я прошел на должность профессора факультета повышения квалификации Новосибирского государственного университета, где читаю различные разделы твердотельной электроники. Одновременно для магистрантов физического факультета читаю постоянный курс «Физические основы информационных технологий».

Выиграв конкурс проектов федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997—2000 годы, я подготовил учебное пособие для старших курсов университетов «Физические основы функциональной электроники», которое выходит из печати.

Параллельно с работой в университете я занимаюсь научной деятельностью, работая по совместительству на должности главного научного сотрудника Института физики полупроводников СО РАН. Мои научные интересы связаны с исследованием энергетического спектра электронов и процессов их взаимодействия с несовершенствами кристалла в узкозонных полупроводниках и тонкослойных системах, так называемых, системах пониженной размерности. Последние объекты представляют собой основу современной, бурно развивающейся области твердотельной электроники — нанoeлектроники, являющейся естественным развитием микроэлектроники, когда размеры становятся столь малы, что проявляются квантовые особенности в поведении электронов.

Мною подготовлен специальный курс по физическим основам нанoeлектроники, который я читаю магистрантам Новосибирского государственного технического университета (НЭТИ).

Совместно с новосибирским профессором В.Овсяком мы написали монографию «Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности», которая включена в план издательства СО РАН на 2000 год.

Наконец, издательство университета осенью этого года выпускает сборник задач по физическим основам функциональной электроники, над которым уси-

ленно занялся живописью маслом и акварелью. Со временем был полностью поглощен акварелью. Она привлекала меня простотой инструментария, нежностью и прозрачностью пейзажа, тонкими переходами цветовой гаммы. Я воспринимал свое увлечение прежде всего как вид прекрасного отдыха и наслаждения ярким окружающим миром, делаю ли я зарисовки на природе или фантазирую за мольбертом дома. Процесс меня полностью захватывает, отвлекает и очищает от всего наносного, случайного, позволяет забыть житейские проблемы, недоразумения и неудачи.

Я вспоминаю три наиболее любопытных события, когда увлечение живописью приобрело прикладной смысл.

В трудные 1941—1946 годы жизни на Украине, я стал довольно легко и быстро писать маслом на картоне разнообразные деревенские наивно-лирические пейзажи, которые мама успешно обменивала в окрестных селах на продукты питания. Живопись стала «подкармливать» мою семью.

После освобождения в 1944 году от оккупации большинство «переростков» (три года в оккупации мы не учились) было направлено в ремесленные училища для подготовки рабочих кадров. На распределительную комиссию отец принес мои рисунки и высказал мнение, что у меня уже есть специальность и незначит мне учиться слесарному делу. Председатель комиссии высказал сомнение: «Мои ли работы?» Он дал большой лист бумаги и карандаш. Пока решалась судьба очередного «переростка», я набросал на бумаге портрет председателя. Лист был пущен по рукам комиссии. Когда все согласились, что портрет похож, председатель пожал мне руку и отправил в школу.

В школах после Отечественной войны не было никаких наглядных пособий и мое умение рисовать было неожиданно востребовано. Пока друзья отвечали на уроке, я, как правило, стоял у доски и рисовал очередное наглядное пособие — разрез окуна, цветок с пестиками и тычинками, очертания какого-либо континента, строение атома или интерференцию света. Учитель объяснял тему, а мне была гарантирована отличная оценка в журнале.

Так что мое увлечение живописью не только приносило мне радость и наслаждение, но и большую пользу.

14 апреля в зимнем саду Дома ученых Новосибирского научного центра откроется выставка моих акварельных пейзажей. Приглашаю ее посетить.

И вообще я убежден, что занятие любым видом искусства всегда облагораживает жизнь, делает ее гармоничнее, интереснее и разнообразнее.

— Александр Филиппович, мне известно, что у вас есть и другие увлечения?

— Да, пожалуй, не менее чем к живописи, имею страсть к охоте, рыбалке, путешествиям и стихам (своим и чужим).

— Александр Филиппович! Я поздравляю вас с юбилеем! Желаю вам творческих успехов в науке и педагогической деятельности, дальнейшего совершенства в живописи и стихах, удачи на охоте и рыбалке и крепкого вам сибирского здоровья!

Беседовал Петр Даниловцев.

НОВИНКИ МАГАЗИНА «АКАДЕМКНИГА»

МИР РУССКИХ ИКОН И МОНАСТЫРЕЙ: ИСТОРИЯ, ПРЕДАНИЯ

Книга Т.Ереминой написана на основе летописных источников, древних преданий. Автор повествует об истории русских монастырей, об их основателях и святых, о важнейших иконах, почитаемых в России.

Внутренняя духовная жизнь святых, их «твердая, хотя и кроткая независимость к сильному миру сего», их столкновения с властью имущими, зачастую кончавшиеся гибелью преподобных отцов, — все это является одним из наиболее выразительных проявлений русского святошества, идеалов русского человека эпохи средневековья.

Знание иконографии, которой посвящен отдельный раздел книги, — это основа умения правильно «читать» иконы, проникать в их глубинный смысл. Это знание делает иконопись понятной и близкой современному человеку.

В книге большое количество цветных и черно-белых иллюстраций: иконы, виды монастырей. Это подарочное издание вышло тиражом 5000 экземпляров в международной академической издательской компании «Наука», отпечатано в Италии.

СЛОВАРЬ РУССКИХ ГОВОРОВ СИБИРИ

В издательстве «Наука» СО РАН вышла первая часть первого тома «Словаря русских говоров Сибири» (от А до Г). Составители: А.Федоров и Н.Бухарева. Это издание отражает диалектную лексику и фразеологию русских говоров Сибири. Основным источником словаря является картотека, созданная сотрудниками-русистами Института филологии СО РАН, а также региональные словари русских говоров Сибири. Подготавливаемый словарь не исторический, он должен отразить главным образом современную диалектную лексику. Авторы-составители словаря хотели бы надеяться, что предлагаемое издание будет памятником духовной культуры нескольких поколений крестьян-сибиряков, языком своих предков отразивших сибирскую действительность.

«ЛИЧНЫЕ ИСТИНЫ» Тимофея Шерудило

«Личные истины» — недавно изданная в Новосибирске книга философских афоризмов. При слове «афоризм» читатель непременно вспомнит Козьму Прутков, однако афоризмов не гнушался и Пушкин; афоризмами писали Ницше и Лев Шестов. Впрочем, этот способ выражения мыслей не нуждается в нашей защите, он прекрасно защитит себя и сам. Л.Шестов в начале века говорил: «Полагают, что книга должна представлять из себя последовательно развитую систему мыслей, объединенных общей идеей — иначе она не оправдывает своего назначения... И точно, если бы книга не могла иметь другого назначения, — то афоризм был бы этим самым навсегда осужден. Разрозненные, не связанные между собой мысли в лучшем случае могли бы рассматриваться как сырой материал, который может получить некоторую ценность лишь после соответствующей обработки. Но по мере того, как растет отвращение к последовательности и сомнение в пригодности всякого рода общих идей, не должно ли явиться у человека отвращение к той форме изложения, которая наиболее приспособлена к существующим предрассудкам?»

Что же это за философия, находящая для себя выражение в афоризмах, да и возможно ли нечто самобытное в наше время, когда как будто все уже сказано и остается только изучать написанное великими? «Я должен предупредить читателя, — говорит автор в предисловии к одной из вошедших в сборник книг, — что в этой книге есть «философия», если понимать под философией любовь к мудрости, но нет «системы». Философские системы создаются жаждой твердой почвы, на которой можно было бы успокоиться, но в том-то и дело, что спокойствие в этих вещах неуместно. Я думаю, что философ занимается в мире место нигилиста и искusstеля; его дело — лишить человека покоя; философия есть борьба с привычными полуистинами. Прославление существующего порядка вещей и общепринятых истин говорит о застое мысли».

В таком признании легко увидеть намек на Ницше и его место в умственной жизни: место «борцы против своего времени». Не безнадежное ли это выступление против эпохи, которая — по ее собственному убеждению — окончила познание человека и наконец указала ему верное место в мироздании? Автор «Личных истин» похож, так не думает. «Время, — говорит он, — которое объявляет, что оно постигло человека, что человек для него прозрачен и не представляет больше загадки, — это время ожидает больше заблуждения и неудачи, и именно связанные с человеком и его душой. Непризнание души в себе самом, а тем более в человечестве, мстит ужасно, хотя и может приводить к кратковременным успехам. Лучше ошибиться на пути познания человека, чем отказаться от него вовсе».

Это может показаться резким. В «Личных истинах», однако, можно найти не только такую резкость, но и умеряющее ее признание того, что никакой способ познания не может считаться исключительным. «Несогласному со мной читателю, — говорит в одном из афоризмов, — я могу сказать только, что и сам с собой не согласен и не имею о многих вещах постоянного мнения. Я пишу постольку, поскольку сам себе противоречу, надеясь в противоречиях сохранить свободу и, может быть, найти хотя бы тень истины. К стати сказать, поскольку Истина вне всякого сомнения есть свет, мы следуем чаще всего за тенью, которые отбрасывают в этом свете различные предметы. Это щадит наше зрение и упрощает дело, так как Истина одна, а теней бесконечно много».

Мне кажется, эта книга заслуживает прочтения, почему я и взял на себя смелость обратиться к ней внимание читателей.

А.А.

Профессором А.Востриковым из Института теплофизики СО РАН в экспериментах с кластерными пучками было обнаружено явление электризации нейтральных кластеров полярных молекул при столкновениях с твердой поверхностью. Это инициировало развитие нового научного направления, стимулировало международное сотрудничество исследователей из разных областей науки и позволило объяснить необычные явления, наблюдаемые в ракетных экспериментах в верхней атмосфере Земли.

Недавно в журнале Nature (1999 г., т. 400, с. 544) опубликована статья профессора К.-Л.Компа (K.-L. Kompa) с сотрудниками из Макса-Планк-Института квантовой оптики (Германия) «Ионизация кластеров полярных молекул при столкновении с поверхностью, вызванная захватом атомов щелочных металлов», в которой сообщается об обнаружении еще одного механизма образования ионных пар при столкновении нейтральных кластеров с твердой поверхностью. Анализ последних публикаций на эту тему показывает, что в физике кластеров формируется новое научное направление — взаимодействие кластеров с поверхностью, чрезвычайно важное, в том числе, для исследования верхней атмосферы Земли. Можно с гордостью отметить, что ученые Сибирского Отделения РАН внесли признанный вклад в фундаментальную базу становления этого направления. В вышеуказанной статье, в списке цитируемой литературы, первыми названы работы профессора А.Вострикова из Института теплофизики СО РАН и совместные работы сотрудников ИТ СО РАН, отдела атмосферных исследований Новоси-

скими эксперимента необычные сигналы в окрестности серебристых облаков можно объяснить явлением образования и разделения зарядов, которое в 1986 г. обнаружил проф. А.Востриков в лабораторных экспериментах с кластерными пучками, и попросил срочно организовать встречу с ним. Нетерпение Г.Витта было понятно, так как эти сигналы в окрестности серебристых облаков являлись его «головной болью» уже много лет. Организовать встречу мне не представляло труда, так как я был знаком с Анатолием Востриковым еще со времени учебы в физико-математической школе в Академгородке. В 1986 г. он организовал первую у нас в стране конференцию по физике свободных кластеров и пригласил на нее большую группу ученых, занимающихся исследованием верхней атмосферы, в том числе сотрудников нашего отдела.

Через неделю после упомянутого телефонного звонка из Швеции два энергичных человека встретились в Новосибирске, и быстро договорились о развитии экспериментальных и теоретических работ по исследованию явления электризации нейтральных кластеров в столкновениях с твердой поверхностью. Г.Витта потряс уникаль-

полярной ионизации молекул воды при рассеянии кластеров, предложенный в 1987 году А.Востриковым. Особенно интересным оказалось то, что зарядка кластеров воды происходит также при их рассеянии поверхностью льда. Этот результат указывает на возможный, ранее не исследованный механизм ионизации аэрозольных частиц в мезосфере, обусловленный их взаимными столкновениями. Крайне важным этот механизм представляется для образования многократно заряженных аэрозольных частиц, которые, как предполагается, играют ключевую роль в электродинамике мезосферы, в частности, в формировании PMSE и в генерации наблюдающихся в мезосфере больших электрических полей.

Результаты выполненных экспериментов стимулировали молекулярно-динамические исследования кинетики столкновений кластеров между собой и с поверхностью, которые совместно ведутся в отделе атмосферных исследований НГУ, лаборатории молекулярно-пучковых исследований ИТ СО РАН и Институте вычислительных технологий СО РАН, а также в ряде зарубежных лабораторий (Швеция, США, Франция, Израиль). Оказалось, что внутри-кластерные ионно-молекулярные процессы вызваны сильно неравновесным распределением кинетической энергии столкновения между молекулами кластера. Уникальность этого процесса заключается в том, что при тепловых скоростях столкновений энергия возбуждения отдельных молекул кластера может превышать энергию иониза-

Президиум Сибирского отделения РАН, Объединенный ученый совет по химическим наукам СО РАН выражают глубокое соболезнование коллективу Института химии твердого тела и механохимии, родным и близким в связи с кончиной

Александра Титовича ЛОГВИНЕНКО, крупного химика и технолога, одного из родоначальников академической химии в Западной Сибири, заслуженного деятеля науки, профессора, лауреата Государственной премии.

Его имя навсегда останется связанным с институтом, который он возглавлял в течение 25 лет, а также с развитием технологий переработки минерального сырья в Сибири. Ушел из жизни один из деятельных членов нашего сообщества, участник гражданской войны и свидетель века, олицетворявший историю нескольких поколений.

Александр Титович ЛОГВИНЕНКО

Не стало Александра Титовича. Не стало одного из первопроходцев Сибирской науки. Все свои 90 с лишним лет он был предан душе и телом своей стране — и тогда, когда отовоевывал ее в сражениях гражданской войны на Дальнем Востоке, и на партийной работе, и когда возглавлял тогда еще молодой Химико-металлургический институт. До последних дней его отличала ясность мысли и четкость позиции. События последнего десятилетия, печальные для Российской науки, казалось, не поколебали его оптимизма и его гражданской позиции. Ему хотелось верить, что все невзгоды — преходящи, что жизнь и силы, положенные на алтарь науки, потрачены были не зря. И этой верой Александр Титович щедро питал всех окружающих — соратников и последователей.



А.Логвиненко родился в Иркутской области в 1903 году. Рано приобщился к трудовой деятельности на стекольном заводе, что, по-видимому, предопределило в последующем его интерес к химии силикатов. Рано — это не просто метафора: с восьми лет! При этом учился в вечерней школе и в свои законные 18 лет получил среднее образование.

В 1921 году Александр Титович ушел добровольцем (и уже коммунистом!) в народно-революционную армию Дальневосточной республики, откуда был демобилизован по ранению. Высшее образование А.Логвиненко получил в Томске, в Сибирском технологическом институте, химический факультет которого он окончил в 1930 году и сразу стал аспирантом кафедры силикатов — та область знаний, которой он уже не изменял до конца своей научной карьеры.

Как организатор науки А.Логвиненко стал заметной фигурой в Сибири в годы войны, когда был избран секретарем Новосибирского обкома по химической промышленности, а затем назначен заместителем секретаря Кемеровского обкома ВКП(б). И уже с 1944 года, с организацией Западно-Сибирского филиала АН СССР, становится заместителем председателя Филиала. Это был год создания Химико-металлургического института, впоследствии — Института физико-химических основ переработки минерального сырья СОАН СССР, бессменным директором которого Александр Титович был с 1951 по 1976 год.

Все эти годы его знания и организаторские способности были направлены на создание и расширение минерально-сырьевой базы Сибири. Цемент, керамика, уголь, рассолы, растительное сырье — все это начиналось при Александре Титовиче и многое живет и по сей день. Новосибирский электродный завод, так необходимый сегодня металлургам всех отраслей, создавался по технологиям ИФХИМСа. А Государственная премия Александру Титовичу была присуждена в 1951 году в составе авторского коллектива с формулировкой «За разработку нового метода получения металла». Этим металлом был литий, который и сегодня занимает в тематике нашего Института весьма заметное место.

Однако основной вклад в науку Александр Титович внес в области химии вяжущих материалов — цементных и зольных. Не все результаты работ его лаборатории оказались востребованными. Так случилось с утилизацией зол бурых углей. При всей грандиозности проблемы и ее экологической значимости, внимание к ней начинает пробуждаться только сегодня. К сожалению, А.Логвиненко не пришлось увидеть плоды реализации многих практически важных разработок, созданных в те годы, когда он возглавлял Институт. Теперь это дело его последователей и учеников, которых у него всегда было много, и которые всегда будут добрым словом помнить своего мудрого и терпеливого Учителя и Наставника, каким всегда был при жизни Александр Титович Логвиненко.

Сотрудники Института химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Дирекция Института неорганической химии СО РАН, лаборатория синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ, профсоюзный комитет с прискорбием сообщают о безвременной кончине 10 апреля после тяжелой продолжительной болезни ветерана института, заведующего лабораторией кандидата химических наук

Александра Алексеевича КАМАРЗИНА

и выражают глубокое соболезнование жене Марии Никитичне Короткевич, родным и близким. Институт в лице А.А.Камарзина понес невосполнимую утрату.

А.А.Камарзин работал в Институте неорганической химии с 1958 г. после окончания Московского химико-технологического института им. Д.И.Менделеева, практически с первых дней создания ИНХа. Его интересы лежали в области химии соединений редкоземельных соединений. В последнее время много сил отдавал программе «Кремний России». До последнего часа А.А.Камарзин оставался деятельным и жизнерадостным человеком, предлагающим своим сотрудникам новые идеи и участвующим в их исполнении. Всегда заботился о престиже института, о своих коллегах и товарищах. Светлая память об ученом и замечательном человеке навсегда останется в наших сердцах.



СТОЛКНОВИТЕЛЬНАЯ ИОНИЗАЦИЯ КЛАСТЕРОВ. НОВОЕ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ МЕЗОСФЕРЫ

бирского государственного университета (заведующий доцент А.Задорожный) и Метеорологического Института Стокгольмского университета (профессор Г. Витт — G. Witt). Примечательно, что цитирование работ лаборатории молекулярно-пучковых исследований ИТ СО РАН, возглавляемой проф. А.Востриковым, посвященных изучению механизмов образования свободных кластеров и физико-химических процессов с их участием, непрерывно увеличивается. Так, только в недавней статье профессоров Тель-Авивского университета У.Евена (U.Even) и В.Христиана (W.Christen) «Химия кластерных столкновений» (J. Phys. Chem., 1998, 102, 9420), где представлены оригинальные результаты пучковых исследований рассеяния кластеров на поверхности, авторы 11 раз сослались на результаты работ лаборатории молекулярно-пучковых исследований ИТ СО РАН.

Важную роль в развитии исследований взаимодействия кластеров с поверхностью применительно к проблемам верхней атмосферы Земли сыграла интеграция ученых, работающих в разных областях науки. Сотрудники отдела атмосферных исследований НГУ участвовали в международном ракетно-радарном геофизическом эксперименте «Серебристые облака—91», целью которого было изучение структуры и динамики летней полярной мезосферы в присутствии серебристых облаков и летнего полярного мезосферного радара (PMSE). PMSE — недавно открытое и до сих пор до конца не понятное явление когерентного рассеяния на частотах ~50—1000 МГц, наблюдаемое в летней полярной мезосфере на высотах 80—90 км обычно несколько выше видимых с поверхности Земли серебристых облаков. В ходе эксперимента 21 геофизическая ракета с научной аппаратурой исследователей из Австрии, Германии, Норвегии, России, США, Швейцарии и Швеции была запущена с ракетного полигона Эсрейндж вблизи г. Кируна в Швеции и 8 ракет — с российского полигона на острове Хейса, архипелаг Земля Франца-Иосифа. Одним из неожиданных результатов ракетных измерений оказались необычные электрические сигналы, зарегистрированные практически всеми электрическими датчиками при прохождении ракет через слой серебристых облаков и в ряде случаев через слой PMSE. Профессор Георг Витт из Стокгольмского университета — пионер ракетных исследований серебристых облаков, ранее уже наблюдал подобные сигналы со своего датчика заряженных частиц, но природа их оставалась неизвестной. В конце 1992 г. проф. Г.Витт неожиданно позвонил мне и сказал, что зарегистрированные нами и другими уча-



ный комплекс физического оборудования, созданного А.Востриковым для исследования слабосвязанных кластеров. Через месяц А.Востриков выступил с докладами в Стокгольмском и Геттеборгском университетах в Швеции и на конференции по физике кластеров и поверхностей в Австрии. Г.Витт подключил к этим исследованиям еще ряд групп в США и Швеции. В качестве основной задачи совместных исследований лаборатории А.Вострикова и нашего отдела было намечено исследование процессов, происходящих при столкновениях ледяных микрочастиц серебристых облаков с поверхностями электродов ракетных датчиков. Мы должны были подтвердить или опровергнуть «ударный» механизм электризации датчиков в ракетных экспериментах. Как оказалось, это можно было сделать только на двух установках — самых мощных в мире генераторах молекулярных пучков в Институте теплофизики СО РАН и в Лос-Аламосской лаборатории в США.

В 1993—1995 гг. на генераторе молекулярных пучков в Институте теплофизики были проведены уникальные эксперименты по лабораторному моделированию процессов, происходящих при прохождении ракеты через слой серебристых облаков в натурном эксперименте. Было промоделировано обтекание ракетных датчиков сверхзвуковым потоком кластеров воды размером до 10 нанометров, то есть немного меньше типичного размера частиц серебристых облаков. Были выполнены также пучковые исследования механизмов образования и пространственного разделения зарядов при рассеянии кластеров воды на модельных твердых поверхностях. В результате полностью подтвердился кластерный механизм электризации ракетных датчиков. Более того, по форме и интенсивности электрического сигнала с датчика электрического поля НГУ, зарегистрированного в ракетном эксперименте «Серебристые облака—91», и результатам лабораторных экспериментов были впервые получены прямые доказательства присутствия в мезосфере в слое PMSE конденсированных частиц и оценен их размер ~25 нанометров. Тем самым были получены данные, свидетельствующие в пользу одного из предложенных механизмов возникновения PMSE с участием многократно заряженных аэрозольных частиц. Подтвердился также механизм

ции, а время пространственно-го разделения зарядов при фрагментации кластеров оказывается порядка периода молекулярных колебаний, т.е. конечный результат формируется в пикосекундном интервале времени.

В заключение можно отметить, что выполненные исследования были поддержаны Международным научным фондом и Российским фондом фундаментальных исследований. В настоящее время, несмотря на явно недостаточное финансирование наших работ грантами РФФИ и практическое отсутствие бюджетного финансирования, мы продолжаем совместные с лабораторией молекулярно-пучковых исследований ИТ СО РАН эксперименты и расчеты по кластерной электризации. Подготовлена схема и оборудование для проведения экспериментов в ион-кластерных и кластер-кластерных пересечениях пучков на генераторе молекулярных пучков Института теплофизики. Это будут первые экспериментальные исследования процесса электризации кластеров полярных молекул в их взаимных столкновениях. Как уже упоминалось, такая электризация может приводить к многократной зарядке мезосферного аэрозоля. Учитывая, что свойства кластеров сильно зависят от их размера (числа молекул в них), исследования будут проведены в широком диапазоне размеров кластеров (от единиц до сотен тысяч молекул). Планируемые лабораторные исследования важны не только для понимания процессов происходящих в верхней атмосфере, но и для создания новых приборов для измерения характеристик атмосферного аэрозоля, основанных на явлении обнаруженном в ИТ СО РАН. Основной энергетический заряд, поддерживающий данные исследования в наше трудное время, как обычно, исходит от А.Вострикова. Мы и наши зарубежные коллеги, которые проводят исследования на малых установках с ограниченными параметрами кластерных пучков, надеемся получить новые уникальные результаты и уверены, что кластеры удивят нас еще не раз.

А. Задорожный, к.ф.-м.н., заведующий отделом атмосферных исследований Новосибирского государственного университета.

На снимке: заведующий лабораторией молекулярно-пучковых исследований Института теплофизики СО РАН профессор А.Востриков, заведующий отделом атмосферных исследований Новосибирского государственного университета доцент А.Задорожный и профессор Стокгольмского университета Г.Витт на XX Генеральной ассамблее Международного союза геодезии и геофизики, 1995 г., Боулдер, США.



100 ФОТОГРАФИЙ



К 100-ЛЕТИЮ М.А.ЛАВРЕНТЬЕВА

В дни годовичного Общего собрания СО РАН
в Доме ученых откроется фотовыставка

Р. И. Ахмерова

Основатель Сибирского отделения РАН академик Михаил Алексеевич Лаврентьев жил и работал в Сибири 23 года, с 1957 по 1980 годы. И все эти годы его неутомимо снимал Рашид Ибрагимович Ахмеров — сначала фотолaborant Западно-Сибирского филиала АН СССР, потом начальник фотокиноцеха СО АН и известный фотомастер. Сделанные им снимки сохранили для потомков образ основателя Сибирского отделения, исторические кадры строительства Академгородка, работу в лабораториях, встречи М.А.Лаврентьева с гостями со всех концов света, с руководителями нашей страны и членами правительств зарубежных стран, с коллегами и учениками, со студентами и школьниками, в кругу семьи.

Фотографии Р.Ахмерова экспонировались на десятках выставок о СО РАН в нашей стране и за рубежом, их публиковали и публикуют в газетах, журналах, книгах, альбомах, буклетах — практически везде, где идет речь о Сибирском отделении. Его знаменитый снимок «Домик академика Лаврентьева» обошел, наверное, всю прессу мира.

Уже 20 лет нет с нами М.А.Лаврентьева, но Рашид Ибрагимович продолжает вести фотолетопись Сибирского отделения Российской академии наук.

На снимках:

— С «крестным отцом» Сибирского отделения, первым секретарем ЦК КПСС и председателем Совета Министров СССР Н.С.Хрущевым в строящемся Академгородке. Октябрь 1959 г.

— Домик академика Лаврентьева. 1958 г.

— Обское море еще только наполняется. Может, искупаться? 1958 г.

— Визит в Академгородок Президента Франции Шарля де Голля. 1966 г.

— Заседает бюро Президиума СО АН. Присутствуют М.А.Лаврентьев, А.Г.Аганбегян, Г.И.Будкер, А.А.Трофимук, Г.К.Боресков, С.Т.Беляев. Стенографирует В.А.Любимова. 1971 г.

— Перешагнуть или перепрыгнуть? На строительстве НГУ. 1959 г.

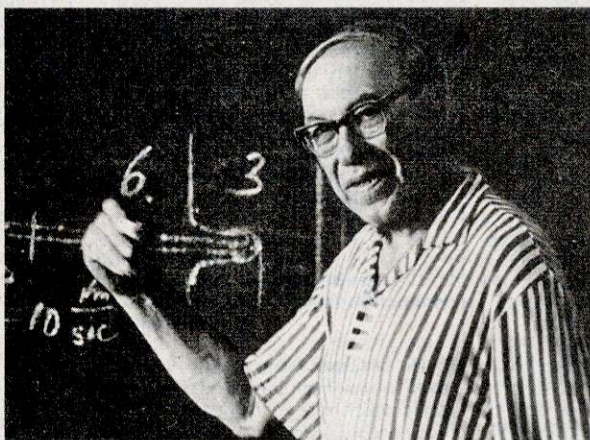
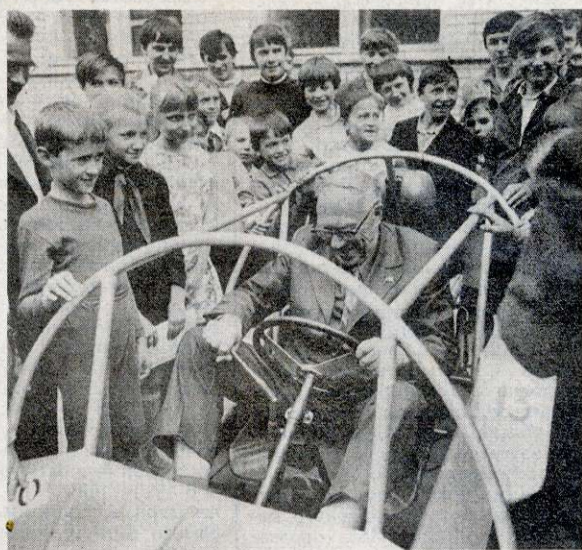
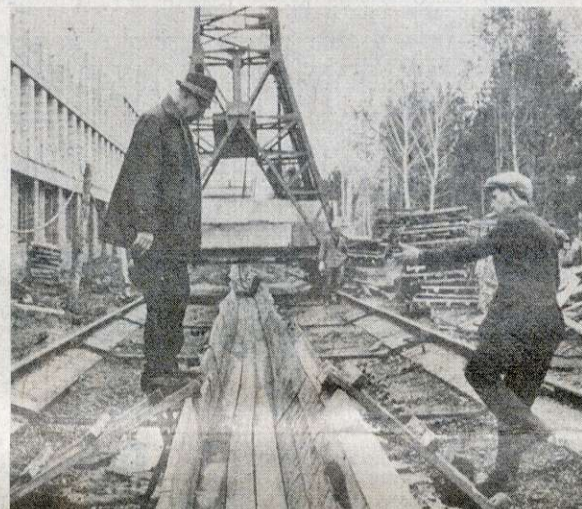
— На первом Общем собрании Сибирского отделения АН СССР (в помещении Западно-Сибирского филиала АН СССР). В Президиуме М.А.Лаврентьев, С.А.Христианович, А.А.Трофимук, Т.Ф.Горбачев. Май 1958 г.

— «Приемка» машины, сделанной в Клубе юных техников.

— Сибирская уха. Гости Академгородка: летчики-космонавты СССР К.П.Фектистов и Г.Т.Береговой, между ними летчик-космонавт США Нил Армстронг. 1970 г.

— Рассказ о кумулятивном эффекте (вступительная лекция на открытии Летней физматшколы)

— Михаил Алексеевич и Вера Евгеньевна уезжают в Москву. 1976 г.



Наука в Сибири

УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН
Редактор И. ГЛОТОВ.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ
«НВС» В НОВОСИБИРСКЕ!
Любые номера газеты можно
приобрести в киоске «На вахте»
Управления делами СО РАН
(Академгородок, Морской протект, 2)

Адрес редакции: Россия, 630090, Новосибирск,
Морской протект, 2. Факс 34-31-58
Телефоны: 34-31-58, 30-09-03, 30-15-59.
Корпункты: Иркутск 51-35-26,
Томск 21-16-51, Красноярск 49-43-75.
Фото в номере В. НОВИКОВА.
Стоимость рекламы: 20 руб. за кв. см

Отпечатано в типографии
ИПП «Советская Сибирь»,
г. Новосибирск, ул. Н.-Данченко, 104.
Подписано к печати 12.04.2000 г.
Объем 2 п. л. Тираж 2000. Заказ № 13023.
Редакция рукописи не рецензирует
и не возвращает.

Регистрационный № 484
в Мининформпечати России.
Подписной индекс 53012 в каталоге
«Почта России» (т. 1).
E-mail: presse@sbras.nsc.ru

© «Наука в Сибири», 2000 г.