



Нацка в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 12 декабря 2019 года • № 49 (3210) • 12+

История разработки и реализации одной технологии



«Были проведены промышленные испытания и получен практически чистый раствор хлорида лития, который можно концентрировать любыми методами.»



Читайте на стр. 4–5

Новость

Сибирские ученые оценят технологии переработки отходов Байкальского ЦБК

В новосибирском Академгородке подписано соглашение между Сибирским отделением РАН и компанией «ВЭБ Инжиниринг».

Согласно документу, СО РАН осуществляет проведение экспертизы Российской академии наук силами специалистов, имеющих статус экспертов РАН и преимущественно работающих в исследовательских институтах, которые входят в орбиту Сибирского отделения. Председателям объединенных ученых советов СО РАН по направлениям науки предложено сформировать предложения по составу возможных экспертов для оценки технической применимости и соблюдения требований правового режима Центральной экологической зоны Байкальской природной территории при реализации решений, опубликованных на портале CleanBaikal.ru. Для рассмотрения результатов экспертизы в Сибирском отделении будет сформирована междисциплинарная комиссия с участием членов Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал.

«Вопрос о ликвидации отходов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината стоит с самого момента его ввода в эксплуатацию в 1966 году, когда комбинат заработал при отсутствии техно-

логий их утилизации, — пояснила ученый секретарь Научного совета СО РАН по проблемам озера Байкал доктор экономических наук Ирина Ильинична Орлова. — Когда в 2012 году началась реализация федеральной целевой программы по Байкалу, ее первоочередной целью стало избавление от накопившихся запасов отходов, но с того времени так и не удалось договориться о выборе конкретной технологии — при том что селявая и паводковая опасность год за годом становится всё более острой, и риски попадания более шести миллионов тонн опасных отходов в озеро Байкал возрастают: это грозит катастрофой уникальной экосистеме».

Соглашением предусмотрено сотрудничество и по гораздо более широкому кругу вопросов, связанных с проработкой и реализацией проектов в сфере экологии, сельского хозяйства, тепло- и энергосбережения, гидроэнергетики, геологии, а также для объединения усилий в продвижении инновационных проектов. Стороны сосредоточатся на ускоренном внедрении цифровых технологий в экономике и социальной сфере, развитии перспективных сквозных цифровых технологий, в том числе для государственных информационных систем, инженерных и экологических изысканий.

В соглашении выделен блок, касающийся сотрудничества в области высшего и поствузовского образования и повышения квалификации специалистов.

Документ, согласованный с экспертным управлением РАН, подписан заместителем генерального директора «ВЭБ Инжиниринг» Александром Анатольевичем Фроловым и председателем СО РАН академиком Валентином Николаевичем Пармоном. Координатором от Сибирского отделения стал заместитель председателя СО РАН, научный руководитель Иркутского научного центра СО РАН академик Игорь Вячеславович Бычков.

«Подписание этого соглашения — акт большого доверия в адрес Сибирского отделения со стороны Внешэкономбанка, который является главным оператором экспертизы проектов по технологиям ликвидации накопленного ущерба от Байкальского ЦБК, — отметил председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон. — Наши специалисты будут анализировать предложения, подаваемые в «ВЭБ Инжиниринг», дочернюю компанию Внешэкономбанка, которая обозначена ответственной согласованно поручению президента России».

Соб. инф.

Награды

Сибирские ученые стали лауреатами премии Правительства РФ

Премии в области науки и техники за 2019 год присуждены за разработку новых технологий производства катализаторов и создание высокоточного комплекса квантовых эталонов времени и частоты.

За разработку новых импортозамещающих технологий производства катализаторов риформинга и их промышленное освоение на нефтеперерабатывающих заводах РФ получили сотрудники Института проблем переработки углеводородов СО РАН (Омск): руководитель работы главный научный сотрудник ИППУ СО РАН доктор химических наук Валерий Кузьмич Дуплякин, директор института доктор химических наук Александр Валентинович Лавренов, старший научный сотрудник ИППУ СО РАН кандидат химических наук Михаил Дмитриевич Смоликов. Также лауреатом стал директор ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН» академик Валерий Иванович Бухтияров.

За разработку высокоточного комплекса квантовых эталонов времени и частоты для перспективных навигационных, геодезических и цифровых технологий был награжден научный руководитель Института лазерной физики СО РАН академик Сергей Николаевич Багаев.

Ученым ИХБФМ СО РАН присуждена премия им. М. М. Шемякина

По представлению Экспертной комиссии и бюро Отделения биологических наук Российской академии наук Президиум РАН постановил присудить премию имени М. М. Шемякина в размере 50 000 рублей исследователям из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН: академику Валентину Викторовичу Власову, доктору биологических наук Марине Аркадьевне Зенковой и кандидату химических наук Алие Гусейн кызы Веньяминой — за цикл работ «Фундаментальные основы конструирования “интеллектуальных” терапевтических препаратов на основе нуклеиновых кислот».

Сибирскому медику присвоено почетное звание

Указом президента РФ «О награждении государственными наградами Российской Федерации» звание «Заслуженный врач Российской Федерации» присвоено старшему научному сотруднику отделения научного отдела Тюменского кардиологического научного центра — филиала Томского национального исследовательского медицинского центра РАН доктору медицинских наук Ирине Аркадьевне Велижаниной.

Следующий номер — последний в этом году № 50 «НВС» — выйдет 26 декабря.

Академику РАН Олегу Михайловичу Ермилову — 70 лет

Глубокоуважаемый Олег Михайлович!

Президиум Сибирского отделения РАН и Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле, Ваши коллеги и друзья от всего сердца поздравляют Вас с 70-летним юбилеем! Мы приветствуем Вас, известного специалиста в области разработки и промышленного освоения уникальных газовых месторождений Крайнего Севера Сибири, эксплуатации скважин, экономики топливно-энергетического комплекса! Главным направлением Ваших научных исследований всегда были и остаются технологии разработки крупных и уникальных газовых месторождений.

Характерной особенностью Вашей научной деятельности является тесная

связь теоретических исследований с высокой практической значимостью получаемых результатов. Вами установлена взаимосвязь продуктивности коллектора и палеорельефа структуры, выявлен характер временной и пространственной связи между геологической, промыслово-геологической и технической подсистемами, создан новый комплексный метод интерпретации результатов геолого-геофизических исследований сверхмощных скважин и графического представления всей информации с целью оптимизации процесса эксплуатации уникальных месторождений газа. Ваши исследования по созданию геолого-газодинамических моделей газонасыщенного пласта способствовали усовершенствованию методов подсчета

начальных запасов газа в сложных неоднородных системах сеномана и позволили создать аппарат оценки систематических и случайных погрешностей при подсчете запасов газа, продолжительности безводной эксплуатации скважин, динамики их выбытия. Вы разработали теоретические и методические основы режима эксплуатации скважин в условиях обводнения слабоцементированных коллекторов сеномана, исследовали влияние деформаций в призабойной зоне и наличия в разрезе скважин пластовой воды на технологические режимы их эксплуатации.

Нам особенно приятно отметить, что все Ваши исследования были выполнены на уровне мировых стандартов и отмечены Государственной премией РФ,

премиями Правительства РФ и Ленинского комсомола.

Выражая свою признательность и глубокое уважение, желаем Вам, дорогой Олег Михайлович, доброго здоровья, творческого долголетия и благополучия Вам и Вашим близким!

**Председатель СО РАН
академик РАН
В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН
наук о Земле
академик РАН М. И. Эпов**

**Главный ученый секретарь СО РАН
академик РАН
Д. М. Маркович**

Члену-корреспонденту РАН Владимиру Ивановичу Клишину — 70 лет

Глубокоуважаемый Владимир Иванович!

Президиум Сибирского отделения РАН и Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле сердечно поздравляют Вас, известного специалиста в области подземной разработки полезных ископаемых и горного машиностроения, с 70-летним юбилеем!

Ваши исследования являются значительным вкладом в теорию и практику современных механизированных крепей для угольной промышленности и создания комплексного метода управления труднообрушаемыми кровлями в очистных забоях. Под Вашим руководством разработаны новые аварийные устройства для работы в условиях динамического нагружения, а также новое поколение исполнительных органов машин для разрушения горных пород. Раз-

виваемый Вами метод ориентированного гидроразрыва горных пород на угольных шахтах способствовал расширению области применения механизированных крепей в условиях труднообрушаемых кровель, что позволило обосновать комбинированный способ воздействия на угольный пласт для интенсификации его газоотдачи. Создано уникальное оборудование для проведения дегазационных, технологических скважин, которое по своим техническим характеристикам значительно превышает аналоги. Разработаны нетрадиционные решения добычи кимберлитовых алмазосодержащих руд Республики Саха (Якутия) механизированными комплексами с применением высокопроизводительных транспортных машин и проходческих комбайнов, положившие начало новой технологии разработки россыпных месторождений подземным способом.

Вы пользуетесь заслуженным авторитетом как ответственный, компетентный руководитель, опытный организатор. В 2010 году по инициативе руководства СО РАН и администрации Кемеровской области Вы были приглашены на должность директора Института угля СО РАН, где активно трудитесь и по сей день. Под Вашим руководством институт занял достойное место среди академических учреждений Отделения наук о Земле РАН.

Ваш талант ученого широко востребован. Ваши научные работы получили несомненное признание отечественных и зарубежных специалистов в области горного дела, Вы неоднократно принимали участие в выполнении научно-исследовательских работ за рубежом, а также выступали в качестве организатора крупных международных конференций.

Дорогой Владимир Иванович! Мы ценим тот огромный вклад, который Вы вносите в дело освоения минеральных ресурсов нашей страны. Ваши новаторские научные разработки имеют скорейшее воплощение в производстве, а это большое счастье для ученого — видеть воочию плоды своих трудов. В этот день мы от всего сердца желаем Вам дальнейшей полнокровной научной деятельности, процветания руководимому Вами коллективу института, здоровья, счастья и благополучия Вам и Вашим близким!

**Председатель СО РАН
академик РАН В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН
наук о Земле академик РАН М. И. Эпов**

**Главный ученый секретарь СО РАН
академик РАН Д. М. Маркович**

Институту проблем нефти и газа СО РАН — 20 лет

Коллективу Института проблем нефти и газа СО РАН Директору Института проблем нефти и газа СО РАН доктору технических наук М. Д. Соколовой

Глубокоуважаемая Марина Дмитриевна! Дорогие коллеги и друзья!

Сибирское отделение РАН, объединенные ученые советы СО РАН по химическим наукам и наук о Земле сердечно поздравляют вас с 20-летием рождения вашего института!

Срок для юбилея небольшой, но хочется в адрес вашего института сказать слова благодарности. Созданный по инициативе первого президента Республики Саха (Якутия) М. Е. Николаева, ваш институт среди академических институтов занял достойное место в решении важной научной проблемы — задачи превращения нефтегазового комплекса республики во вторую, после алмазо-бриллиантового комплекса, бюджетоформирующую отрасль. За короткое время учеными института были получены значимые научные результаты в этом

направлении: установлены некоторые особенности строения продуктивных пластов уникального Чаяндинского и крупного Талаканского месторождений, которые необходимо учитывать при составлении проектов разработки этих месторождений; получены новые данные о стадийности биодеградационных полициклических углеводородов — биомаркеров; в газовом конденсате Средневилюйского месторождения методом хромато-масс-спектрометрии впервые установлены углеводороды ряда адамантана; установлена причина резкого повышения содержания солей хлоридов в нефтях, добываемых на месторождениях Якутии; изучены индивидуальные составы узких дистиллятных фракций нефтей месторождений РС (Я) и многие другие важные результаты.

В этот день мы вместе с вами чтим память организатора и первого директора института — члена-корреспондента РАН Александра Федотовича Сафронова. Благодаря его организаторскому таланту вы вместе с ним сумели создать жизнеспособный институт, мобилизовать свои усилия на разработку фундаментальных проблем в геологии и

геохимии нефти и газа, экологии, в разработке месторождений, транспорте и переработке углеводородного сырья в условиях Крайнего Севера, материаловедения и технологий получения модифицированных полимерных и композиционных материалов. Сегодня, в день юбилея ИПНГ СО РАН, можно уверенно сказать, что вы достойно продолжаете традиции института и вносите существенный вклад в решение важных практических задач в интересах народного хозяйства Республики Саха (Якутия).

Кроме того, к значимым научным достижениям института, полученным за последние пять лет, можно отнести разработку высокопрочных морозо- и износостойких полимер-эластомерных материалов на основе нанотехнологий, используемых для изготовления уплотнительных элементов и узлов трения техники Севера, создание технологии сварки полиэтиленовых труб для газопроводов при помощи соединительных деталей с закладными нагревателями при низких температурах окружающей среды, создание технологии нейтрализации последствий

аварийных нефтяных разливов, разработку Стратегии развития нефтегазового комплекса Республики Саха (Якутия) на период до 2020 года и разработку Энергетической стратегии РС (Я) до 2030 года.

В сложных экономических условиях, в которых оказалась академическая наука в последние годы, вам удалось в целом сохранить качество и темпы научных исследований.

Желаем вам новых творческих свершений, всегда отвечать духу времени и обогащать науку новыми знаниями и открытиями.

Крепкого вам здоровья, благополучия и уверенности в завтрашнем дне!

**Председатель СО РАН,
председатель ОУС СО РАН
по химическим наукам
академик РАН В. Н. Пармон**

**Председатель ОУС СО РАН
наук о Земле
академик РАН М. И. Эпов**

**Главный ученый секретарь СО РАН
академик РАН Д. М. Маркович**

СО РАН и СИБУР расширяют кооперацию

Подписано соглашение между Сибирским отделением РАН и Публичным акционерным обществом «СИБУР Холдинг» о развитии сотрудничества по широкому кругу направлений в сфере нефтепереработки.

Документ скрепили подписями председателя правления ПАО «СИБУР Холдинг» **Дмитрий Владимирович Конов** и председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон**. «Мы давно и успешно работаем с СИБУРОм, — констатировал глава Сибирского отделения. — В орбиту сотрудничества вовлечены Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН», другие исследовательские организации академического сектора, дружественный нам Томский государственный университет. В частности, еще в 2006 году с участием **Владимира Владимировича Путина** открылась Томская технико-внедренческая зона, где на объекте СИБУРа стояла технологическая линия на основе разработок Института катализа. Но новое соглашение, во-первых, конкретизирует роль собственно Сибирского отделения как интегратора компетенций по всему возможному спектру технологий для перспективных рынков: нефтехимии, биотехнологий и так далее. Во-вторых, мы

уточнили области этих компетенций исходя из стратегических приоритетов нашего партнера — крупнейшей нефтехимической компании России, которая бурно развивается и укрепляет позиции на мировых рынках».

В частности, особо перспективными направлениями стороны указали биотехнологии (в том числе на основе возобновляемого сырья) для выпуска ценных химических продуктов, получение новых конструкционных материалов из полимеров и композитов (особо выделен сверхвысокомолекулярный полиэтилен), волокнообразующих полимеров и эластомеров (в том числе ранее не производимых в России), новых умных композитов, малотоннажной химии. Документ подчеркивает необходимость скоординированных исследований в области цифровизации химических производств на основе математического моделирования работы технологических реакторов и ее оптимизации.

«Прежде всего, мы должны сосредоточиться на переработке легких

углеводородов, — подчеркнул академик **В. Пармон**. — Их в избытке получает «Газпром», но это труднотранспортируемые фракции, которые следует перерабатывать на месте добычи или как можно ближе к нему. По этому и другим направлениям важно выйти на технологии, которые затем могут экспортироваться в другие страны с сопровождением российских специалистов».

В соглашении акцентированы направления совместных работ в интересах экологической безопасности — по сокращению выбросов CO₂ в атмосферу и применению двуокиси углерода в процессе создания ценных химических продуктов, утилизации и трансформации промышленных отходов, по получению новых биоразлагаемых материалов. «Это проблема, стоящая перед Россией и всем человечеством, — отметил председатель СО РАН. — Массовые упаковочные материалы не должны засорять окружающую среду. В нашей стране ранее этим всерьез не занимались, но сейчас создается общероссийский консор-

циум институтов для поиска оптимальных решений».

«Подписание соглашения с одной из сильнейших химических компаний России можно назвать знаковым событием, — резюмировал Валентин Пармон. — В зоне ответственности Сибирского отделения РАН расположено множество объектов СИБУРа, включая самый мощный в России нефтехимический комплекс в Тобольске. Компания заинтересована в развитии научных исследований в рамках СО РАН и входящих в его орбиту институтов, сильнейших университетов. СИБУР является индустриальным партнером многих проектов Плана комплексного развития Сибирского отделения РАН и программы «Академгородок 2.0». СИБУР во многом является примером российской компании, заинтересованной в отечественных технологиях и реализующей эту стратегию в сотрудничестве с российскими учеными».

Соб. инф.

НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

Жесткие молекулы для гибкой электроники

Каждый раз, роняя телефон, мы ожидаем худшего — разбитый экран не только выглядит некрасиво, но и обещает дополнительные траты на ремонт. «Почему бы не сделать дисплеи гибкими?» — эта мысль приходит в голову, когда в очередной раз рассматриваешь трещины на экране своего смартфона. Исследователи из Новосибирского государственного университета пытаются решить эту задачу, используя органические материалы.

Каждый дисплей состоит из большого числа маленьких светоизлучающих точек — пикселей, нанесенных на общую основу. Именно они, светясь красным, синим или зеленым, формируют видимые картинки на экране. Каждый пиксель соединен с его управляющим устройством — полупроводниковым транзистором, который при одних условиях может проводить электрический ток и активировать пиксель, а при других — выступает изолятором и не дает точке светиться. Проблема состоит в том, что в основе современных транзисторов лежит кремний. Атомы в его кристалле прочно связаны между собой химическими связями, это и обеспечивает полупроводниковые свойства данного материала, но одновременно делает устройства жесткими и хрупкими.

Что же изменится, если структуру «пиксель — транзистор» заменить светящимся органическим полупроводниковым материалом? Основное отличие будет заключаться в том, что молекулы в кристаллах органических соединений связаны не настолько прочно и могут отклоняться от своих равновесных положений (что невозможно в кремнии). Именно это и позволяет органическим материалам гнуться и растягиваться. Разумеется, та же особенность приводит и к некоторым проблемам.

В силу того, что молекулы в классических органических веществах находятся не так близко друг к другу и связаны не так прочно, как в кремниевых кристаллах, то и электрический ток они проводят заметно хуже неорганических аналогов. Представьте себе ситуацию: вам нужно переместить много теннисных мячиков из одного места в другое. Очевидно, что передавая их из рук в руки вашим помощникам, вы это сделаете

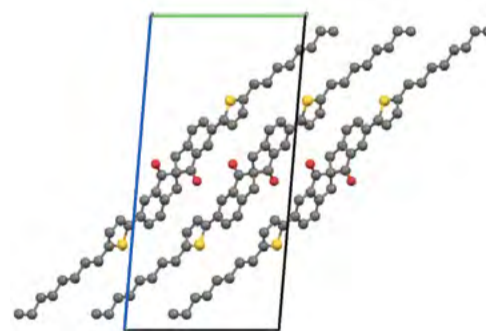
быстрее, чем перебрасывая на большие расстояния, каждый раз рискуя уронить.

Более того, пиксели на основе органических материалов показывают не самую высокую эффективность. Это значит, что не весь образовавшийся поток света может покинуть экран, часть его будет поглощена веществом обратно. В аналогии с мячиками это значит: кто-то будет не отдавать мячик соседу, а прятать его в карман.

Таким образом, можно сформулировать основные требования к идеальному органическому материалу для гибкой электроники: плотная упаковка молекул в кристалле для обеспечения проводимости электрического тока; максимально возможная эффективность светоизлучения. Объединить все эти свойства хоть и сложно, но возможно, что и продемонстрировали исследователи из лаборатории органической оптоэлектроники НГУ (ORĒL Research Lab). В основе разработанного ими подхода к дизайну органических молекул лежит принцип конструктора LEGO — сборка молекулы из маленьких строительных блоков.

Для того чтобы решить основную проблему органических материалов — плохие полупроводниковые свойства, — сотрудники лаборатории предложили создавать жесткие линейные молекулы, иначе говоря, вещества в виде длинных палочек. Такая геометрия позволит им очень плотно упаковываться в кристалле и обеспечит легкость «перескока» электронов от молекулы к молекуле. Это вы можете проверить и сами: возьмите пригоршню спичек и бросьте их на стол. С большой вероятностью в некоторых местах вы увидите плотные аккуратные их стопочки.

Следующий этап разработки материала заключается в выборе структур-



Кристаллическая структура бис(октилтио)фен)-спиробиндана (модель, указана элементарная ячейка, данные получены методом дифракции рентгеновских лучей на монокристалле)



Растворная флуоресценция бис(октилтио)фен)-спиробиндана, глубокий синий цвет (свечение при облучении ультрафиолетовым светом)

ных фрагментов, из которых будет состоять молекула. От этого зависит цвет свечения вещества. Более «длинные» молекулы, например, могут быть использованы для создания красных пикселей, в то время как «короткие» — для синих. Более того, если добавить в соединение особые химические группы — спироцикл и углеводородные заместители, — то его растворимость и яркость повысятся. Это позволит легче наносить материалы на подложки, например напыляя, как краску из баллончика.

После выбора необходимых блоков встает вопрос: как же собрать их в одно соединение? Для этого исследователи предложили использовать «молекулярную липучку» — реакции кросс-сочетания: часть структурных фрагментов модифицируется особыми группами — «крючками», другая же часть — «петельками». Если смешать таким образом декорированные соединения и добавить катализатор на основе палладия, то «крючки» плотно цепляются за «петельки» и «склеивают» фрагменты молекулы. Основное преимущество такого мето-

да в том, что к любому соединению можно приделать хоть «крючок», хоть «петельку», а это значит, что соединять их можно в любом порядке и очень просто.

Этот подход открывает путь к созданию светоизлучающих материалов, которые не только будут показывать большую эффективность, но и позволят упростить конструкцию классических дисплеев и удешевить их производство. Такие соединения объединяют в себе и полупроводниковые, и светоизлучающие свойства. Это значит, что необходимость в хрупком кремнии отпадает, и экраны можно будет создавать на любой подложке — стекле, пластике, бумаге и даже на листьях растений. Так что очень возможно, что в ближайшем будущем проблема разбитых экранов исчезнет, а нас будет беспокоить исключительно вопрос о том, сколько раз нужно свернуть телефон, чтобы он поместился в карман.

Исследование выполняется в рамках гранта РФФИ: проект № 19-13-00327.

Константин Иванов, ORĒL Research Lab ФЕН НГУ

История разработки и реализации одной технологии

Литий в современном мире, пожалуй, один из самых востребованных химических элементов: энергетика, металлургия, медицина, космическая и военная промышленность — далеко не полный список областей применения этого металла, получать который весьма непросто из горно-рудного сырья. С середины XX века в мировой практике используется гидроминеральное сырье — рассолы хлоридного натриевого типа, хорошо концентрируемые по литию в испарительных бассейнах. Для рассолов России эта технология неприменима.

Об истории разработки технологии и поистине сложной судьбе ее внедрения «Наука в Сибири» рассказывает одна из авторов технологии переработки рассолов, не концентрируемых по литию, доктор технических наук **Наталья Павловна Коцупало**, 35 лет проработавшая в Сибирском отделении РАН, в Институте химии твердого тела и механохимии. Для извлечения лития из рассолов России ученые решили использовать сорбент на основе двойных соединений алюминия и лития.

— Я занимаюсь двойными соединениями алюминия и лития, на основе которых создавались селективные сорбенты для извлечения лития, с 1967 года, — рассказывает Наталья Павловна Коцупало. — Начинать эту работу видный ученый доктор технических наук **Иван Сергеевич Лилеев**, лауреат Сталинской премии, получивший ее за разработку технологии получения моногидрата гидроксида лития при переработке рудного сырья. Направление по совершенствованию технологии он передал ученикам.

И. С. Лилеев предложил выделять из щелочных растворов двойной гидроксид алюминия и лития. В институте я занималась разным сырьем: сначала рудным с получением двойных соединений алюминия и лития, затем нам предложили разрабатывать другой вид сырья — гидроминеральный, используя в исследованиях рассолы Дагестана. Они очень бедны по содержанию лития, но тем не менее мы справились, создали технологию выделения лития в виде двойного соединения хлорида лития и гидроксида алюминия.

В 1976 году наш институт возглавил академик **Владимир Вячеславович Болдырев**. Узнав, что у нас есть опыт получения лития из щелочных растворов в виде двойного соединения алюминия и лития — $\text{LiOH} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (ДГАЛ-ОН), предложил использовать в нашей работе метод механической активации гидроксида алюминия. Направление получения двойных соединений на твердой матрице директор поддержал и создал лабораторию гетерогенных гидрохимических процессов для изучения реакций, которые проходят не в растворе, а на поверхности твердого тела.

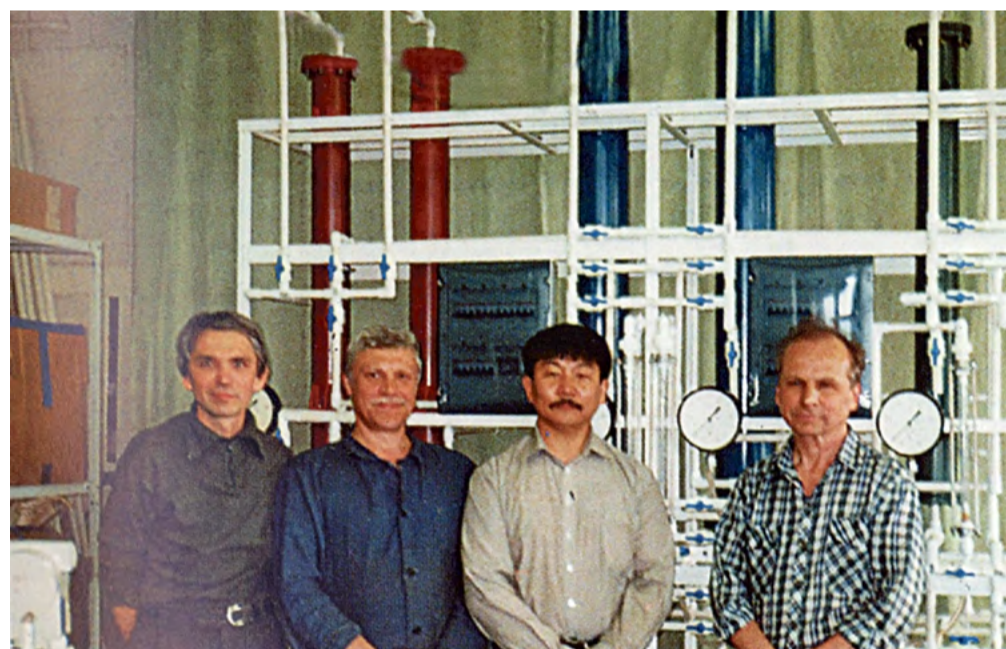
Вскоре в лабораторию пришли молодые специалисты, в их числе — **Александр Петрович Немудрый** (в настоящее время — директор ИХТТМ СО РАН, член-корреспондент РАН. — Прим. ред.) и **Виталий Петрович Исупов** (ныне — заведующий лабораторией интеркаляционных и механохимических реакций ИХТТМ СО РАН, доктор химических наук. — Прим. ред.). Оба защитили кандидатские диссертации под моим руководством. Александру Немудрому я по-

ручила изучить систему — кристаллический $\text{Al}(\text{OH})_3$ плюс раствор хлорида лития. Подобные системы уже исследовались, по ним были публикации, но при использовании раствора алюмината натрия. Для эксперимента решили взять полидисперсный гидроксид алюминия плюс хлорид лития и начать с ним работу, а дальше использовать в этой системе мехактивированный $\text{Al}(\text{OH})_3$ и посмотреть, насколько это взаимодействие может ускориться.

Когда Александр Немудрый приступил к исследованию, он убедился, что на порошках ничего не увидит, и добавил в раствор хлорида лития монокристалл гидраргиллита — природный минерал $\text{Al}(\text{OH})_3$. После трех суток в термостате при 80°C обнаружилось, что реакция целиком не закончилась, но уже продвигалась от боковой грани к центру кристалла. Рентгеновские данные и микронзондовые исследования показали: взаимодействие движется от поверхности к центру через три зоны. Первая — это кристаллы гидроксида алюминия, потом наблюдается то же соединение — $\text{Al}(\text{OH})_3$, но с разупорядоченной структурой, в которой нет явных дифракционных максимумов кристаллического соединения. И только после того как образовалось аморфное состояние, началась реакция образования $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (ДГАЛ-С). Получается, что LiCl (хлорид лития), не переходя в раствор, внедряется в структуру гидроксида алюминия. Этот процесс интеркаляции (внедрения) в структуру $\text{Al}(\text{OH})_3$ хлорида лития объясняет механизм образования двойных соединений алюминия и лития на твердой матрице. Методом структурной рефрактометрии мы с опытным кристаллооптиком кандидатом геолого-минералогических наук **Ингой Анатольевной Порошиной** подтвердили этот механизм, разработав структурную модель соединения. Виталием Петровичем Исуповым, кандидатом химических наук **Ларисой Тимофеевной Менжерес** и **Еленой Викторовной Мамыловой** были изучены свойства соединения $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, полученного на твердой матрице. Оказалось, что при использовании мехактивированного гидраргиллита реакция резко ускорилась и шла всего два часа при комнатной температуре. Когда мы стали получать это деформированное соединение, которое наследовало структуру гидроксида алюминия, оказалось, что при обработке водой LiCl легко переходит в раствор, образуя соединение с дефицитом LiCl в его составе. При обработке раствором LiCl оно также легко восстанавливает свой состав. Обратимый характер дефицита лития в составе соединения мы проверили на модельных солевых растворах, содержащих LiCl , а затем на природных. Исследования по-



Е. В. Мамылова, Н. П. Коцупало и Л. Т. Менжерес при проведении испытаний



А. А. Кураков, С. В. Сударев, А. В. Тен, В. И. Титаренко после монтажа демонстрационной установки для обогащения рассола хлоридного магниевого типа

На фото на стр. 1: Общий вид обогатительного промышленного комплекса Lan Ke Lithium Co., Ltd (г. Гэрму, провинция Цинхай, КНР).

казали, что полученное соединение с дефицитом LiCl в составе является селективным сорбентом для извлечения лития из рассола.

В это время у меня были очень хорошие личные взаимоотношения с академиком **Андреем Алексеевичем Трофимук** (мы жили по соседству, а наши дети дружили и учились в одном классе). А. А. Трофимук о моих работах прекрасно знал, и когда я рассказывала о наших новациях, Андрей Алексеевич спрашивал меня: «Но ведь у нас, в Сибири, тоже есть рассолы, почему вы исследуете дагестанские? В них мало лития, наши более обогащенные LiCl . При добыче нефти, вместе с которой пойдут и попутные нефтяные рассолы, вы сможете использовать их для извлечения лития, раз у вас появился такой сорбент». Я ему возразила, что это совсем не очевидно: в Дагестане рассолы с минерализацией 25 г/л, а у нас — 500, у них в основе NaCl , а у

нас — CaCl_2 , и неизвестно, подойдет или нет этот сорбент.

Геологи продолжали настаивать на использовании попутных рассолов. В Якутии есть трубка «Удачная», где добывают алмазы карьерным способом, и в этот карьер всё время изливаются литийсодержащие рассолы, которые приходится постоянно откачивать. «Перерабатывайте этот рассол, зачем вам нужен дагестанский?» — говорил А. А. Трофимук. Ну и мы в итоге приняли это решение, и Владимир Вячеславович Болдырев приветствовал это пожелание. Под это направление, собственно, и была создана наша лаборатория. Для сибирских же рассолов, не концентрируемых по литию, наиболее эффективным был бы сорбционный метод. Когда мы стали изучать свойства двойных соединений, оказалось, ДГАЛ-С является селективным сорбентом для извлечения лития из рассолов как слабых, так и концентрированных.

Обратимый сорбент, получение которого мы разработали, нуждался в проверке с использованием сибирских рассолов. С этой целью В. В. Болдыревым было создано опытное производство для его апробирования в укрупненных условиях на природных рассолах. Для этого использовались рассолы самоизливающиеся в карьер трубки «Удачная». Рассолы были доставлены по заданию руководителя «Якуталмаза» **Валерия Владимировича Рудакова** (в 1988–1991 годах – руководитель в ранге министра – начальника Главного управления драгоценных металлов и алмазов «Главалмаззолото» при Совете Министров СССР. – *Прим. ред.*). Нарботку сорбента для проведения укрупненных испытаний проводили В. П. Исупов, **Валерий Дмитриевич Белых** и команда опытного производства. Нарботку механически активированного гидраргиллита осуществляла **Ольга Борисовна Винокурова**. Разработали технологический регламент по использованию рассолов трубки «Удачная», который был подписан руководством института. Укрупненные испытания прошли успешно.

Но когда появился обратимый сорбент, подходящий к любым рассолам, мы, конечно же, очень сильно хотели, чтобы в России этот сорбционный процесс получил развитие. Можно сказать, жили этой работой. Результаты апробирования прошли успешно.

После того как научные основы создания обратимого сорбента в институте были решены и опробованы на рассолах трубки «Удачная», я познакомилась с очень квалифицированным технологом, работавшим на предприятиях атомной промышленности, **Александром Дмитриевичем Рябцевым** (позднее он защитил докторскую диссертацию под моим руководством), который хорошо знал сорбционную технологию урана. Он предложил использовать для промышленных испытаний урановую колонну. Изготовили макет этой колонны, в лаборатории ее опробовали, и хотя урановая колонна функционирует автоматически, нам пришлось рассолы проливать вручную, мы убедились: она работает. Зачем изобретать что-то новое, если у нас уже есть работающая конструкция? Всё было готово к промышленной апробации сорбента.

Но вот наступил 1990 год, пенсионеров начали массово увольнять. Мне было 65 лет, куда деваться? Александр Рябцев попросил меня уволиться из института и создать научно-производственную внедренческую фирму, которая бы разработала и реализовала технологию сорбционного извлечения лития из рассолов, поскольку ее развитие в рамках Академии наук невозможно. Я была уверена, что меня с таким заданием никто не уволит, и каково же было мое удивление, когда это заявление подписали! Вместе со мной из института ушли Л. Т. Менжерес и Е. В. Мамылова.

Так появилась внедренческая фирма ЗАО «Экостар-Наутех», учредителями которой стали мы трое. Рябцев стал ее директором и курировал технологию, я – его заместителем по науке и **Валерий Иванович Титаренко**, инженер-конструктор и проектировщик (сотрудник одного из институтов атомной промышленности) – все люди с высоким потенциалом, способные провести опытно-промышленные испытания. В 1994 году мы их осуществили на АО «Новосибирский завод редких металлов».

Финансирование всё это время осуществлял «Якуталмаз», они верили в нашу технологию и понимали, что когда-нибудь она придет к ним. Но тогдашний ру-

ководитель В. В. Рудаков не знал, что в скором времени объединение, занимающееся добычей алмазов, перейдет в частные руки – современная АК «АЛРОСА». Позднее, когда мы вместе с московской компанией АО «Электроника» выступили с предложением построить опытный завод на их площади, они нас просто не пустили. Прежний же директор, Рудаков, очень нас поддерживал.

Когда мы провели укрупненные испытания, то показали результаты представителям Новосибирского завода химических концентратов. Они поддержали нас и финансировали дальнейшие наши разработки. В то время мы познакомились с одним геологом, таким же энтузиастом, как мы, который нашел инвесторов для бурения скважины, – а это недешевое удовольствие. От него мы получили рассолы для опытно-промышленных испытаний. В процесс испытаний было вовлечено большое количество людей и организаций. А. Д. Рябцев прописал все этапы сорбционного процесса. Была осуществлена конструктивная доработка урановой колонны, наработана партия гранулированного сорбента в количестве 400 кг, осуществлен монтаж приемных емкостей, организован пункт контроля за сорбционным процессом. В процессе испытаний были отработаны все операции в соответствии с технологическим регламентом.

Итак, мы провели промышленные испытания и получили концентрат – правда, не 60 г/л лития по сумме солей, а 7–10 г/л (после очистки). Это был практически чистый раствор хлорида лития, который могли концентрировать любыми методами: и при помощи обратного осмоса, и электродиализом, и термическим путем. Причем всего за одни сутки с помощью нашей технологии было получено 200 г/л раствора хлорида лития, в то время как те самые 60 г/л гелиоконцентрированием получали в течение двух-трех сезонов. Кроме того, после получения нашего первичного концентрата можно производить любые соединения лития: моногидрат гидроксида лития, фторид лития, бромид лития, карбонат лития. Наша работа получила золотую медаль «Сибирской ярмарки». После завершения испытаний мы были уверены, что нас с руками и ногами возьмет Министерство атомной промышленности, и нашу технологию начнут внедрять.

В 1999 году мы, чтобы реализовать эту технологию в России, подали заявку в правительство РФ. Министром по атомной энергии был тогда **Евгений Олегович Адамов**. Он посмотрел и сказал: нет, мы будем покупать карбонат лития в Чили. Такое решение нас просто убило. Создать такую технологию, привлечь столько людей, организаций, построить промплощадку с действующей скважиной – и получить отказ? Это было просто невероятно. Однако мы плохо знаем китайцев. Они за всем этим процессом следили, и как только нам было отказано в нашей стране, проявили большой интерес китайские предприниматели.

В 2002 году китайские бизнесмены к нам приехали. Первым был **Селинь Хань**, который сказал, что найдет в КНР инвесторов, чтобы реализовать нашу технологию на их рассолах. В чем преимущество китайских рассолов? Они добываются из открытых озер, в то время как у нас нужно добывать подземные рассолы, бурить и, соответственно, вкладывать деньги, это всех пугает, причем так основательно, что легче отказать, чем финансировать такой проект.

Так вот, Селинь Хань предложил нам сделать передвижную установку. Наши специалисты ее сконструировали, при-

чем предусмотрели всё до последнего болта. Пригласили наших специалистов, которые собрали установку для испытания технологии. Надо отметить, что рассолы на озерах Китая труднейшего состава: 3–5 г/л хлорида лития и 400 г/л хлорида магния. Магний – конкурент литию, и мы боялись, что при протекании сорбционного процесса будут осложнения. На испытания поехали наши сотрудницы Л. Т. Менжерес и Е. В. Мамылова. Полученный концентрат был обогащен хлоридом магния, но если его осадить карбонатом лития, то можно получить содержание хлорида лития до 8 г/л. Таким образом, мы получаем те же самые концентрации хлорида лития и далее их концентрируем. Китайские специалисты решили проверить технологию. В 2004 году нас пригласили снова. Поехали те же специалисты. На этот раз работу проводили на рассолах предприятия китайской компании, которая выпускает бишофит, осаждая часть магния, а оставшийся рассол можно использовать для извлечения LiCl с получением первичного литиевого концентрата. Здесь тоже всё прошло успешно, и в 2005 году мы ждали, что китайские партнеры откроют нам объятия, и мы поедем в КНР. Не тут-то было! Приехал Селинь Хань, веселый, мы думаем: ну, наверное, с контрактом. А он говорит, что им нужно взять паузу на пять лет. Как так? Мы-то все уже стареем, и больше всех – я. В тот момент прямо руки опустелись.

Директором ИХТТМ СО РАН тогда стал **Николай Захарович Ляхов**, и он предложил нашей фирме поучаствовать со своей технологией в проекте «Литий России». Мы согласились. Кроме того, решили подать нашу технологию на экспертизу в ведомство **Анатолія Борисовича Чубайса**. Сначала прошло три экспертизы. Мне было даже неудобно читать отзывы – такие хвалебные они были, со словами «мировой уровень», «инновации» и «надо внедрять»! Далее – еще три, на предмет того, можно ли эту технологию реализовать в промышленных масштабах. И тоже пришли положительные оценки. Шесть экспертиз! Три года переписки! И наконец всё уперлось в то, что непонятно, куда девать рассол после выделения лития. По идее, надо его закачивать обратно в скважины, а это деньги. Хотя у нас тогда были технологии не только для лития, но и для брома, магния, кальция, и из рассола можно выделять и эти элементы. Однако ответ получили такой: технология не подходит, так как не соответствует направлению тематики ведомства.

После двух успешных испытаний опять приезжает Селинь Хань. Оказывает, после нас китайцы решили сами воспроизвести процесс. С помощью американских ученых получили кристаллический сорбент с точно таким же составом, но он не работает! Кроме того, для проверки нашей технологии Селинь Хань нашел предпринимателя, который согласился финансировать крупнотоннажное производство сорбента по нашей технологии. Когда мои коллеги поехали в Китай, то страшно волновались: синтез в промышленном масштабе осуществлялся впервые. Тем не менее получили 10 тонн сорбента нужного состава. Его опробовали – работал прекрасно. Чтобы проверить сорбент в промышленных масштабах, наш конструктор В. И. Титаренко создал прямоточную колонну с неподвижным слоем сорбента (загрузка 8 тонн). Сорбционно-десорбционный обогатительный модуль содержал две колонны и приемный бассейн. Промышленные испытания проводили В. И. Титаренко и кандидат технических наук

Александр Александрович Кураков. Оработали все этапы сорбционной технологии. Аналитический контроль осуществляла аналитическая группа во главе с Е. В. Мамыловой. Результаты промышленных испытаний были настолько убедительными, что китайские предприниматели решили создать сорбционно-десорбционный комплекс. Заказали сконструировать колонну с загрузкой 28 тонн. Компания Lan-Ke-Lithium Co., Ltd. заключила с нами контракт для создания проекта на строительство промышленного предприятия на базе сорбционно-десорбционного модуля. Предприятие уже функционирует с 2012 года и выпускает 10 тысяч тонн карбоната лития в год (г. Гэрму, КНР).

Были и проблемы, которые нам приходилось решать. Когда производство пошло уже полным ходом, вдруг снизилось извлечение LiCl почти в два раза, и непонятно, почему. Я попросила кристаллооптика И. А. Порошину посмотреть, что произошло с сорбентом. Выяснилось, что на поверхности гранул осаждался гидроксид магния и снижал активную поверхность сорбента. Эту проблему мы легко решили.

Ну, думаю, история с Китаем благополучно завершилась. Ничего подобного! Китайцы захотели создать самостоятельный завод по получению гранулированного сорбента. Наши специалисты разработали новые технические решения, которые снижают себестоимость сорбента. Китайские специалисты поручили нам создание проекта на строительство самостоятельного завода по получению гранулированного сорбента, нашли компанию для строительства. Завод был построен в г. Хой-Джоу в 2019 г. Сейчас наша компания работает по контракту на создание проекта для строительства завода по получению моногидрата гидроксида лития.

Что касается России. При поддержке одной частной компании, владеющей нефтяным месторождением в Иркутской области, построена установка по переработке попутных нефтяных рассолов. Сбылись предсказания академика А. А. Трофимука. Из этих попутных нефтяных рассолов мы сейчас уже можем получать карбонат лития, оксид и хлорид магния, бромид кальция, который нужен для приготовления тяжелого солевого раствора, используемого при бурении на нефть. Однако эта установка, по сути, экспериментальная. Государство по-прежнему не проявляет желания построить завод по переработке рассолов, но готово продать лицензию на нашу технологию. Кстати, контракты на ее продажу подготовлены.

ООО «Экостар-Наутех» по комплексной технологии рассолов имеет 38 патентов в России, 5 международных патентов с Китаем, Чили, Боливией, США, Канадой. Так что всё находится под защитой интеллектуальной собственности. Все работы ООО «Экостар-Наутех» обобщены в пяти монографиях при моем соавторстве с А. Д. Рябцевым, В. И. Титаренко и другими сотрудниками. Сорбционная технология, которая позволяет осуществлять интеркационный процесс хлорида лития в структуру гидроксида алюминия, является инновационным процессом, который впервые осуществляется в промышленном масштабе.

Подготовили Елена Трухина и Екатерина Пустолякова
Фото из монографии Н. П. Коцупало, А. Д. Рябцева «Интеркационные соединения гидроксида алюминия с солями лития и их использование в промышленной практике», 2016 г.

Сибирские ученые разрабатывают новые технологии для очистки воды

Сотрудники лаборатории инженерной экологии Байкальского института природопользования СО РАН (Улан-Удэ) создают комбинированные методы для очистки сточных и других вод. Эти методы основаны на применении окислительных реакций с использованием физически стимулированных процессов.

«Наши технологии водоочистки являются комбинацией уже известных способов, причем с очень хорошим результатом. Окислительные методы в сочетании с методами физического воздействия на воду (акустической, гидродинамической кавитации и ультрафиолетового излучения) дают синергический эффект. Иначе говоря, если по отдельности они работают на «единичку», то при комбинированном воздействии, например химического окисления и ультрафиолетового излучения, получается большее число, что повышает энергоэффективность», — рассказывает научный сотрудник лаборатории инженерной экологии БИП СО РАН кандидат химических наук **Денис Геннадьевич Асеев**.

В лаборатории разработаны способы окислительной деструкции органических загрязнителей природных и сточных вод, в том числе микропластиков, — эти синтетические вещества являются компонентами и отходами производства пластмасс и смол, бытовой химии и тому подобного. «Поскольку концентрация органических микропластиков очень мала, порядка микро- и наногаммов на литр, они транзитом проходят через системы водоочистки и могут оказаться в питьевой воде. К тому же эти вещества способны поступать в поверхностные водные объекты и через них — в подземные воды. Опасность в том, что, попадая в организм, органические микропластики негативно влияют на здоровье человека, в частности нарушают функции эндокринной системы», — отмечает заведующая лабораторией инженерной экологии БИП СО РАН доктор технических наук **Агния Александровна Батоева**.

Для того чтобы полностью нейтрализовать вредное воздействие этих веществ, сотрудники БИП СО РАН используют методы окислительной деструкции с применением физически стимулированных процессов. Например, ученые использовали экологически чистые окислители (пероксид водорода или персульфаты), в качестве катализаторов — ионы железа или наночастицы оксида железа, закрепленные на слоистых алюмосиликатных матрицах. Окислительные процессы они комбинировали с фотоактивацией при помощи солнца или эксимерных ламп, разработанных в Институте сильноточной электроники СО РАН (Томск).

«Ультрафиолетовая часть светового спектра воздействует на раствор, в котором образуются свободные радикалы. Таким образом, начинаются фотохимические процессы, — рассказывает Денис Асеев. — Суть окислительных методов заключается в работе свободных радикалов, в первую очередь гидроксильных, которые получают при химическом и физическом воздействии. Именно они ответственны за окисление токсичных органических молекул и перевод их в более безопасные формы. Прежде всего, наша работа нацелена на то, чтобы оптимизировать физико-химические процессы, и чем больше радикалов мы можем получить, тем лучше. Также ведутся теоретические исследования».

Получать свободные радикалы можно не только при воздействии ультрафиолета, но и посредством акустической или гидродинамической кавитации.

Метод работает следующим образом: через специальное устройство под большим давлением пропускается водный раствор, возникают разрывы сплошности среды, и при их коллапсе образуются радикалы. Эта технология известна давно, но ученые пытаются оптимизировать ее для очистки воды в совокупности с химическими методами. Кроме того, разрывы сплошности среды можно создавать с помощью ультразвука. Обычно при его использовании применяются низкие частоты 22–44 кГц, однако исследователи БИП СО РАН попробовали работать с более высокими частотами мегагерцового диапазона (1,7 МГц), используя пьезокерамические излучатели, что позволило значительно повысить кавитационный выход и, следовательно, увеличить энергоэффективность метода.

Также ученые работают с загрязнителями неорганической природы (цианидсодержащими веществами), попадающими в сточные воды от предприятий по переработке золотосодержащих руд и флотоконцентратов — концентратов, получаемых при обогащении полезных ископаемых методом флотации. Другое направление деятельности лаборатории — одновременная деструкция биорезистентных органических загрязнителей воды и обеззараживание содержащейся в ней патогенной микрофлоры с помощью современных источников света.

Ученые подчеркивают, что сейчас речь идет прежде всего о лабораторных исследованиях. В перспективе разработки можно будет использовать для очистки воды на городских очистных сооружениях, на промышленных предприятиях и так далее.

Исследования по созданию инновационных методов очистки природных и сточных вод проводятся не только в рамках госзадания, но и при поддержке грантов РФФИ и РФФИ. В 2019 году сотрудниками лаборатории опубликованы три статьи в высокорейтинговых международных журналах, входящих в первый квартиль Q1 WoS.

«Мы живем в буферной экологической зоне — всё, что здесь производится, в итоге оказывается в Байкале. В нашем регионе не посыпают дороги, хотя отказываются от фосфатсодержащих поверхностно-активных моющих веществ, от полиэтиленовых упаковок и разовой посуды. К очистке воды здесь требования жестче, чем в других регионах России», — рассказывает Агния Батоева. Исследовательница подчеркивает, что пока экологические запросы сильно опережают современное развитие технологий: «Национальный проект “Экология” на период с 2019 по 2024 год содержит несколько пакетов проектной документации с требованиями для очистных сооружений населенных пунктов, где есть централизованная канализация. Однако на данный момент нет технологий, которые позволили бы достичь таких жестких показателей. Те же, которые удовлетворяют требованиям, очень дороги, чтобы их использовать повсеместно».

Диана Хомякова
Фото автора
и из открытых источников



Денис Асеев



Лампы, при помощи которых идет фотоактивация



Сибирские ученые оптимизируют технологию очистки сточных вод

Позднедокембрийские углеводороды

Со 2 декабря начал действовать газопровод «Сила Сибири», куда стал поступать газ из Чаюдинского месторождения в Республике Саха (Якутия). В его весьма древних — около 600 млн лет назад — отложениях, которые считались малоперспективными, были обнаружены богатые залежи углеводородов. Эти запасы накопились там благодаря водорослям, цианобактериям и, предположительно, грибам.

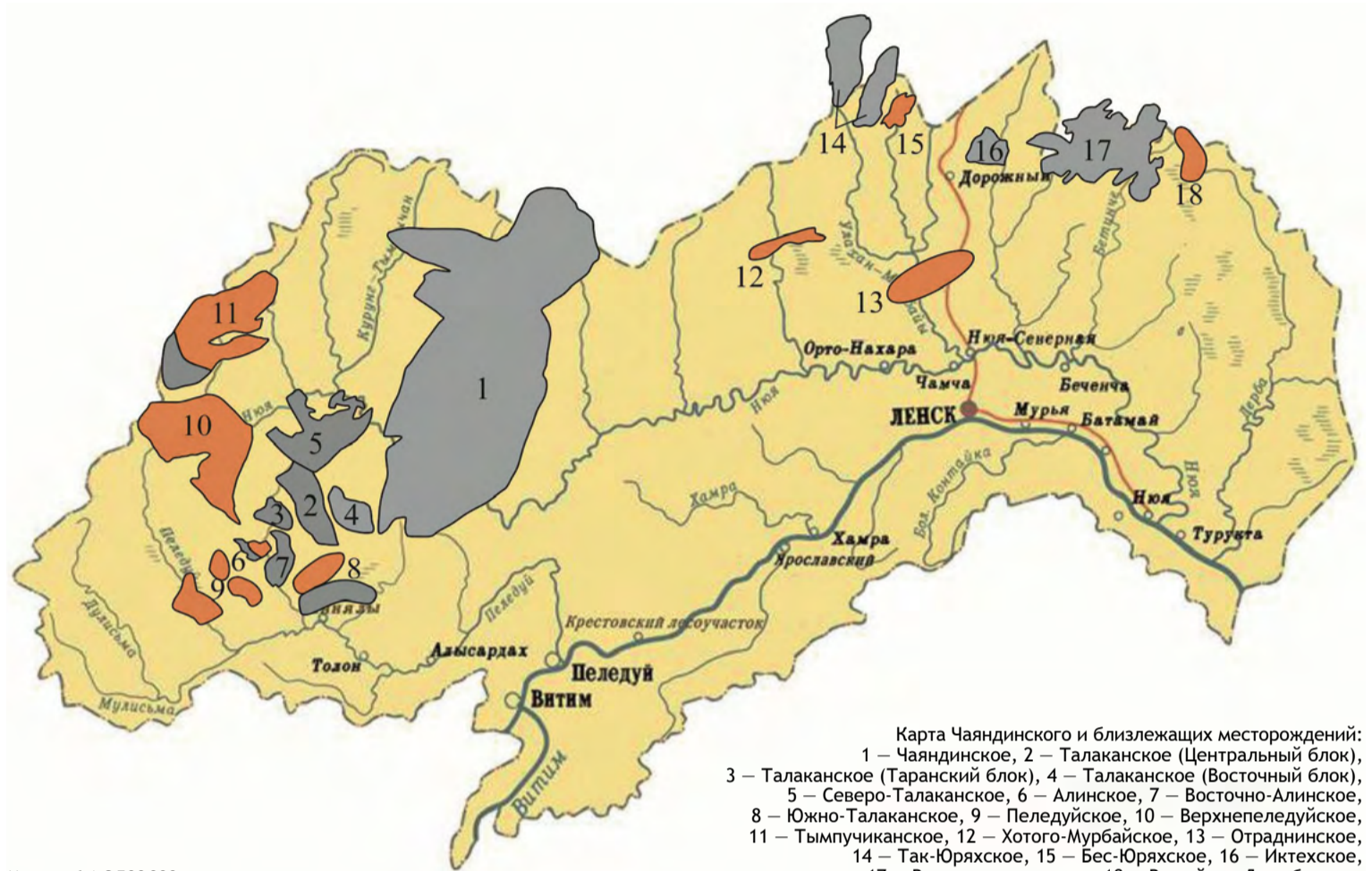
«Чаюнда — название идет от одноименной реки, левого притока река Нюя — имеет огромные запасы природного газа (более 1,5 триллионов кубических метров), нефти (не менее 70 млн тонн), газового конденсата (более 22 млн тонн). Причем в природном газе высоко содержание гелия, ориентировочно — треть запасов в РФ, а также имеются и другие составляющие (этан, пропан и бутан)», — поясняет главный научный сотрудник Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (Якутск) доктор геолого-минералогических наук Пётр Николаевич Колосов.

Еще одна особенность Чаюдинского месторождения заключается в том, что запасы углеводородов сосредоточены в древних слоях пород позднедокембрийского возраста (около 600 млн лет). «Во второй половине XX века, когда геологи и геофизики работали над обоснованием нефтегазоносности Чаюнды, было принято считать, что в таких породах нет смысла искать залежи нефти и газа промышленного значения, так как в те далекие времена не существовало большого объема биомассы (исходного органического вещества для образования углеводородов). Возможные их скопления могли не сохраниться за столь длительное время, — комментирует Пётр Колосов. — Ученые еще не могли сказать, имеется ли необходимая органика в значительном объеме на юго-западе Якутии в осадочных толщах докембрийского (ранее 541 млн лет назад) возраста».

Геолог отмечает, что на начальном этапе развертывания работ по прогнозированию месторождения очень важно было научно обосновать целесообразность поиска, и большое значение имели региональные геологические исследования: как научные, так и производственные. В их числе — и палеонтологические работы.

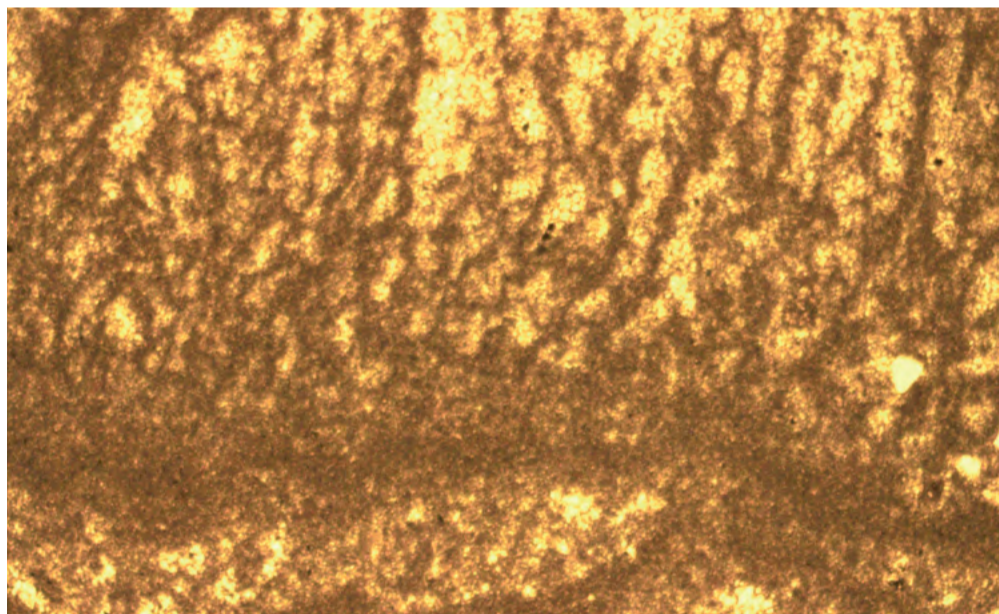
«В 1976 году по результатам многолетних фундаментальных исследований древних микроорганизмов, а также вмещающих их слоев осадочных пород я от имени Института геологии подготовил и передал существовавшему тогда тресту «Якутнефтегазразведка» научно-практическую рекомендацию провести поиск залежи нефти и газа в так называемых ботубинских песчаниках позднедокембрийского (вендского) возраста, распространенных на склонах и сводах древних поднятий, — рассказывает Пётр Колосов. — В указанных песчаниках в 1979 году был получен газ. Это было начало открытия Чаюнды. В этом же ботубинском горизонте открыты Среднеботубинское, Тас-Юряхское, Бес-Юряхское месторождения, а также около десятка средних и мелких по запасам месторождений. Как мы видим, опережающие производственную практику фундаментальные исследования оказались весьма эффективными».

Работая с древними горизонтами, ученый обнаружил десятки родов и видов микроорганизмов, а позже было установлено: для образования углеводородов докембрийского возраста исходным органическим веществом служили эти микроорганизмы (водоросли и цианобактерии). Судя по мощностям (до сотен метров) органогенного происхождения осадочных пород, эти организмы



Карта Чаюдинского и близлежащих месторождений: 1 — Чаюдинское, 2 — Талаканское (Центральный блок), 3 — Талаканское (Таранский блок), 4 — Талаканское (Восточный блок), 5 — Северо-Талаканское, 6 — Алинское, 7 — Восточно-Алинское, 8 — Южно-Талаканское, 9 — Пеледуйское, 10 — Верхнепеледуйское, 11 — Тымпучиканское, 12 — Хотого-Мурбайское, 13 — Отрадинское, 14 — Так-Юряхское, 15 — Бес-Юряхское, 16 — Иктехское, 17 — Верхневилучанское, 18 — Вилуйско-Джербинское

Масштаб 1:2500000



Ископаемые водоросли в увеличении



Изучение керна

процветали в течение более 300 миллионов лет в крупном морском бассейне (Предбайкальском прогибе), располагавшемся южнее Чаюнды, там, где в наши дни течет Лена и ее правые притоки: Витим, Большая Патом, Чара и другие. «На глубине около 4–5 километров органическое вещество циано- и фитобентоса (а не фитопланктона, как предполагали некоторые ученые) превращалось в миграционноспособные углеводороды, которые затем мигрировали как горизонтально, так и вертикально, образовывали залежи под плотными породами, формировали Чаюнду, Среднюю Ботубию, Тас-Юрях и другие месторождения нефти и природного газа. В толщах, где обнаружены залежи, нет богатой органики, сами залежи присутствуют в относительно небольшой мощности (толщины) осадочных толщах, залегающих на кристаллическом фундаменте. Из этого совершенно ясно, что богатые залежи образовались в результате миграции углеводородов. Так, на примере вендского возраста месторождений на юго-западе Якутии впервые в мире было доказано, что для образования богатых зале-

жей углеводородов позднедокембрийского возраста исходным органическим веществом служат цианобактерии и водоросли. Раньше это лишь предполагали (например, в 1975 году Н. Б. Вассоевич и Б. А. Соколов)», — говорит Пётр Колосов.

Эти палеонтолого-стратиграфические исследования рифейских и вендских отложений на юго-западе Якутии стартовали задолго до начала непосредственно поискового бурения на нефть и газ. Работы базировались на огромном фактическом материале множества выходов осадочных толщ на дневную поверхность, а также на многочисленных образцах керна (столбиках породы, поднятых буровым снарядом — трубой) из 170 глубоких скважин — 29 из них в районе Талакана и Чаюнды.

«Во время каждой полевой экспедиции приходится собирать до тысячи образцов горных пород, — поясняет Пётр Колосов. — Из них в лабораторных условиях в институте изготавливают несколько тысяч препаратов. В этих препаратах под оптическим и сканирующим электронным микроскопами ведется поиск остатков микроорганизмов, обыч-

но они размерами всего несколько десятков микрон. Если в результате многодневного просмотра ста препаратов в одном-двух из них находишь какие-нибудь вполне определимые останки, то это хорошо».

В последние годы ученый выяснил, что в копилку исходного органического вещества в Чаюдинском месторождении свой вклад, по-видимому, внесли и грибы, особенно дрожжи, которые в водорослевой питательной, относительно теплой морской среде бурно размножились.

«Я считаю, что открытие богатейших месторождений нефти и природного газа в осадочных толщах, накопившихся в позднем докембрии Якутии, по экономической значимости для страны имеет такое же значение, как открытие богатых алмазных месторождений на Сибирской платформе в 1950-х годах, — уверен геолог, — и мне приятно, что в этом есть и мой вклад».

Соб. инф.
Фото предоставлены
Петром Колосовым

Вниманию читателей «НвС»
в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9.00 до 18.00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГПУ, НГТУ, литературном магазине «КапиталЪ» (ул. Максима Горького, 78) и Сибирском территориальном управлении Министерства науки и высшего образования РФ (Морской пр., 2, 2-й этаж).

Адрес редакции:
Россия, 630090, г. Новосибирск,
проспект Академика Лаврентьева, 17.
Тел./факс: 330-81-58; 238-34-37.

Мнение редакции может
не совпадать
с мнением авторов.

При перепечатке материалов
ссылка на «НвС» обязательна.

Отпечатано в типографии
АО «Советская Сибирь»:
630048, г. Новосибирск,
ул. Немировича-Данченко, 104.

Подписано к печати: 11.12.2019 г.
Объем: 2 п.л. Тираж: 2 000 экз.
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.
Периодичность выхода газеты —
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати
России, ISSN 2542-050X.
Подписной индекс 53012
в каталоге «Пресса России»:
подписка-2019, 2-е полугодие.
E-mail: presse@sb-ras.ru,
media@sb-ras.ru

© «Наука в Сибири», 2019 г.

Следующий номер — последний
в этом году № 50 «НвС» — выйдет
26 декабря.

КОНКУРС

Гуманитарный институт Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантной должности заведующего кафедрой археологии и этнографии.

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

Срок подачи заявлений — один месяц со дня опубликования объявления.
Документы направлять по адресу:
630090 г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1,
Гуманитарный институт НГУ.
Справки по тел.: 363-40-17 (дирекция Гуманитарного института).

ПОДПИСКА

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



По этой ссылке
вы можете
перейти на сайт
«Науки в Сибири»
www.sbras.info

Почему жареные продукты становятся канцерогенными?

Говорят, жареное красное мясо и жареная картошка являются канцерогенными, тогда как просто картошке или просто растительному маслу таких свойств не приписывают. Каким образом безвредные в роде продукты приобретают такие опасные свойства? Здесь виноваты происходящие при жарке химические реакции или что-то другое?

Отвечает ведущий научный сотрудник Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН доктор химических наук **Александр Юрьевич Макаров**:

«Что касается красного мяса (в отличие от белого — например, куриной грудки) — не только жареного, любого, — недавно появились данные, что его потребление в больших количествах увеличивает риск заболеть раком. Это медицинская статистика, какие конкретно вещества этот риск увеличивают, не установлено, потому мне как химику тут комментировать нечего. Отмечу лишь, что это не означает, что если вы едите этот продукт, то непременно заболеете. Статистическая разница не очень велика. Употребление мяса вносит в развитие онкологии не большой вклад, чем влияние многих других факторов — физической активности, частоты стрессов и так далее. Так что если вы любите мясо, вряд ли целесообразно от него полностью отказываться, хотя умеренность не помешает.

В поджаристой корочке продуктов образуются меланоидины — продукты термических превращений белков и углеводов, они и придают корочке ее цвет. Меланоидины считаются даже полезными — но это если жарить не очень сильно, тогда как при температурах 180–200 °C и выше появляются уже токсичные и канцерогенные вещества: акриламид, акролеин, глицидиловые эфиры. Акриламид давно обнаружен в картофеле фри и чипсах. Правда, я не слышал, чтобы по этой причине их где-либо запретили. Видимо, найденные концентрации опасными не считаются. Акриламид есть и в кофе, но никакого канцерогенного эф-



фекта за этим напитком не замечено, даже наоборот, есть данные, что он снижает риск развития рака. Вероятно, здесь польза меланоидинов превосходит вред акриламида. Акролеин — это то, что ест глаза, если масло подгорит на сковороде. В Первую мировую войну его даже применяли в качестве боевого отравляющего вещества — химического оружия раздражающего действия.

В любом растительном масле при температуре 200 °C и выше из содержащихся в нем моно- и диглицеридов образуются глицидиловые эфиры. Они считаются вероятными канцерогенами, поскольку такое воздействие установлено для грызунов, для человека же данных нет. Между тем, метаболизм этих ве-

ществ у нас и у мышей различается, поэтому и воздействие на организм тоже может быть неодинаковым.

В интернете сейчас можно встретить публикации о глицидиловых эфирах в пальмовом масле. Связано это с недавним ужесточением соответствующих норм в Евросоюзе. У нас такие нормы пока что не введены. Между тем глицидиловые эфиры, скорее всего, содержатся не только в пальмовом, но и в любом другом растительном масле, прошедшем высокотемпературное рафинирование или дезодорирование. В нерафинированном масле их нет, но они могут образоваться на горячей сковороде».

Фото с сайта pixabay.com

Где и когда были впервые одомашнены лошади?

В какой стране и когда впервые были одомашнены лошади? Почему эти животные были одомашнены гораздо позже других?

Отвечает старший научный сотрудник Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН кандидат биологических наук **Павел Алексеевич Косинцев**:

«Лошадь была одомашнена примерно в IV тысячелетии до н. э. на юге Восточно-Европейской равнины (территория к югу от современного Киева). Более точно пока сказать затруднительно. Механизм одомашнивания был, вероятно, как и у других домашних животных — приручение пойманных диких молодых особей, дальнейшее их содержание и постепенная domestикация.

Лошади были одомашнены позднее, потому что, в отличие от крупного рогатого скота и овец с козами, это сильное и быстрое животное. Доместикация была возможна теми древними коллективами, которые уже имели большой опыт содержания и разведения домашних копытных. Кроме того, вероятно, долго не



было острой необходимости в одомашнивании, так как мясо и молоко давали более спокойные животные. Причина появления такой необходимости не ясна, но она появилась. Возможно, это был

“эксперимент” по попытке приручения разных видов, как это было с антилопами в Египте и с лосями в Скандинавии».

Фото с сайта pixabay.com