

НАУКА ГАРМОНИИ С ПРИРОДОЙ

Рассказывают сопредседатель Всероссийского симпозиума и школы-конференции молодых ученых "Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях" член-корреспондент РАН Алексей Константинович Буряк и научный секретарь симпозиума кандидат химических наук Елена Вениаминовна Рыбакова



В октябре 2021 года в Севастополе прошел 1-й Всероссийский симпозиум и школа-конференция молодых ученых "Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях". Организаторами симпозиума выступили Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН и Научный совет по физической химии РАН в сотрудничестве с Морским гидрофизическим институтом РАН и Институтом биологии южных морей им. А.О.Ковалевского РАН. В работе симпозиума в очном, заочном и онлайн-форматах приняли участие более 200 специалистов из России, Белоруссии, Армении, Таджикистана и Казахстана [1].

Выбор Севастополя в качестве места проведения научного форума был обусловлен назревшей необходимостью экспертной оценки совместно с научными, природоохранными и производственными организациями Крыма перспективных подходов и технологий для решения экологических проблем региона. В задачи симпозиума также входило установление деловых связей со всеми заинтересованными структурами для развития сотрудничества и реализации совместных проектов и обсуждение широких возможностей прикладной и фундаментальной науки в междисциплинарных исследованиях экологической направленности.

О целях симпозиума, его работе и достигнутых результатах рассказывают сопредседатель симпозиума Алексей Константинович Буряк и научный секретарь симпозиума Елена Вениаминовна Рыбакова.

Алексей Константинович, расскажите, пожалуйста, каковы научные предпосылки создания симпозиума по физико-химическим методам анализа в экологических исследованиях?

А.К.Буряк. В современном мире экология стала не только производительной, но и мощной политической силой. Под вывеской экологических проектов продвигается множество политических решений, лоббируются интересы крупного бизнеса. Прекрас-

ный пример – Монреальский протокол [2] и запрет производства химических веществ, разрушающих озоновый слой, следствием которого стало полное уничтожение советской фреоновой промышленности. Одну из таких "экологических" кампаний мы наблюдаем и сегодня – это экономическая борьба с углеводородной энергетикой, с влиянием излишка углекислого газа на глобальное потепление, тот самый углеродный след, реальный вклад которого

в изменение климата на самом деле до конца не определен.

Тем не менее мы должны понимать, что окружающая среда действительно достаточно чувствительна к антропогенному воздействию. Цивилизация безусловно оказывает влияние на природу, хотя, конечно, и не в таком масштабе, как пытаются представить некоторые ученые и политики. Деятельность человека не может конкурировать с экологическим воздействием вулканов, землетрясений или гравитацией луны, но токсичные материалы, бесконтрольно производимые, применяемые и как попало утилизируемые, промышленные и транспортные выбросы, техногенные катастрофы действительно влияют и на качество жизни самого человека, и на глобальную экосистему в целом. Чтобы контролировать как антропогенные факторы, так и естественные природные изменения, нужны надежные исследовательские методы, а это в первую очередь физико-химические методы анализа. Они востребованы и в исследовании глобальных экологических процессов, которыми занимается Морской гидрофизический институт, и в изучении биоценозов и экосистем – это область деятельности Института биологии южных морей им. А.О.Ковалевского, и конечно, в разработке оборудования, методов и сложных аналитических методик, которые выполняются в Институте физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина. В связи с этим мы посчитали целесообразным объединить специалистов разных направлений экологических исследований именно на платформе физико-химических подходов.

Нам удалось очень быстро найти понимание у руководителей севавтопольских академических институтов, которые в свою очередь постарались максимально привлечь к работе на научном форуме Севастопольский государственный университет – один из крупнейших вузов юга России и ведущий научно-образовательный центр Крыма.

Благодаря доктору химических наук, профессору, члену-корреспонденту РАН Ивану Гундаровичу Танаеву участником нашей симпозиума стал и Дальневосточный федеральный университет. Иван Гундарович организовал работу в симпозиуме молодых ученых ДВГУ и выступил соавтором прекрасных докладов, посвященных физико-химическим методам исследования радиоактивных элементов в океанической воде: концентрированию, разделению и определению природных и техногенных радионуклидов, изучению океанографических процессов, вулканизма морской литосферы, процессов субмаринной разгрузки, миграции радионуклидов в различных акваториях и др. К слову, эти исследования проводятся совместно с Морским

гидрофизическим институтом и Севастопольским университетом.

Объединение академической и вузовской науки, физической химии и экологии создало площадку, которая, с нашей точки зрения, не могла не вызвать интерес у широкого круга специалистов. В период подготовки и проведения симпозиума были серьезные эпидемические ограничения и научные мероприятия практически не проводились, многие участники приехали за свой счет, отсутствовало прямое финансирование, поскольку в таких условиях мы не могли его даже запросить. Тем не менее в работе симпозиума – как очно, так и онлайн – приняло участие очень много разноплановых специалистов: ученых, инжене-

Мы посчитали целесообразным объединить специалистов разных направлений экологических исследований именно на платформе физико-химических подходов

ров-разработчиков аналитического и измерительного оборудования, создателей глубоких исследовательских методик, производственников и др. Особо хочу отметить компанию "ХРОМОС Инжиниринг" – одного из флагманов российского хроматографического приборостроения, платинового спонсора нашего симпозиума, благодаря финансовой поддержке которого нам удалось провести научное мероприятие на самом высоком уровне.

Симпозиум проходил в непростое время, были организационные сложности и при его подготовке, и во время работы. Расскажите об это более подробно: с какими проблемами вы столкнулись и как удалось их решить?

Е.В.Рыбакова. Организация симпозиума – задача всегда непростая. Но в нашем случае подготовку услож-

няли дополнительные факторы: как уже упомянул Алексей Константинович, на проведение мероприятия не было выделено государственное финансирование, нам пришлось справляться своими силами.

Кроме того, наше научное мероприятие хоть и пересекалось тематически со Всероссийским симпозиумом "Кинетика и динамика обменных процессов", но затрагивало гораздо более широкую практическую проблематику. И поэтому при подготовке нам пришлось вести

Черное море по сложности экологических проблем не уступает Средиземному, поскольку контактирует со многими странами и является, неловко сказать, сточной канавой Европы

работу с очень разноплановыми целевыми группами: научным сообществом, экологическими структурами, организациями природопользования, представителями агропромышленного комплекса, производителями и поставщиками оборудования для физико-химического анализа.

И наконец, Крымский регион – абсолютно новое для нас место, а организовывать что-то на новом месте – задача гораздо более сложная, нежели продолжать серию научных мероприятий на привычной площадке, когда понимаешь, где разместить участников, какова инфраструктура и техническая оснащенность конференц-залов, заранее можешь запланировать культурную программу и т.д. В Севастополе все было абсолютным открытием. С одной стороны, это очень красивый город на берегу Черного моря с древней и интересной историей, поэтому место проведения симпозиума было привлекательным для большинства участников. С другой стороны, Севастополь – город не курортный, он не очень удобен с организационной точки зрения: мало хороших гостиниц, есть вопросы с организацией питания, транспортом и т.п.

Еще один момент, с которым мы столкнулись, – непредвиденное усиление противоэпидемических мер. Практически накануне открытия стало известно, что на четвертый рабочий день симпозиума в Крыму и Севастополе вводятся дополнительные ограничения, в том числе запрет на любые массовые мероприятия. Мы были вынуждены буквально за один день сократить сроки работы и адаптировать программу симпозиума так, чтобы все участники смогли выступить с заявленными докладами, состоялась полноценная стендовая сессия, прошел конкурс молодых ученых и выездная сессия в Государственном природном заповеднике "Карадагский" на базе уникальной научной станции Института биологии южных морей, которые были частью научной программы. Преодоление всех этих сложностей – довольно серьезная задача, но мы справились.

А.К.Буряк. Нужно добавить, что благодаря участию нескольких научных институтов симпозиум работал одновременно на двух площадках, и секции проводились параллельно. С одной стороны, это позволило максимально уплотнить программу, с другой – выполнить все санитарные и эпидемические нормы. Выдающимся российским ученым, докторам химических наук Вадиму Александровичу Даванкову и Евгении Михайловне Сенченковой, которые не смогли приехать, мы дали возможность выступить с устными докладами заочно – в записи. Невзирая ни на что, мы смогли создать всем участникам максимально комфортные условия для работы и общения. Огромная заслуга в этом принадлежит соорганизатору симпозиума – Морскому гидрофизическому институту, который предоставил для проведения форума прекрасные, современные, хорошо оборудованные залы и оказал неоценимую помощь в организации нашего мероприятия.

Экология Крыма достаточно уникальна. Какие проблемы региона обсуждались на вашем научном форуме?

А.К.Буряк. Вы правы, с экологической точки зрения Крым – регион очень специфический. Он граничит с акваторией сразу двух морей – Азовского и Черного. При этом Черное море по сложности экологических проблем не уступает Средиземному, поскольку контактирует со многими странами и является, неловко сказать, сточной канавой Европы. Впадающие в Черное море крупные реки из промышленных регионов несут огромную антропогенную нагрузку, несмотря на все усилия по защите и многочисленные экологические мероприятия. Загрязнением занимаются и Восток, и Запад – все страны, которые с этим морем граничат.

Это и транспортировка нефтепродуктов, и прокладка газопроводов, и сброс бытовых отходов, которые в России и Турции, к сожалению, не приведены в цивилизованные нормы. Кроме того, у Черного моря есть еще одна уникальная особенность: с определенной глубины в нем содержится колоссальное количество сероводорода – более 3 миллиардов тонн. Ниже 150 метров водоем населен лишь бактериями, выделяющими этот ядовитый газ, что, безусловно, тоже накладывает свой отпечаток на всю экосистему.

С увеличением антропогенной нагрузки не в лучшую сторону изменяются экологические условия мелководного залива Сиваш Азовской акватории. Кроме того, Крым достаточно продолжительное время был лишен поступления воды из Крымского канала, и это сильно изменило структуру гидропотоков. Реки, впадающие в море, усиливали очищающую способность, добавляли чистой воды, поддерживали пляжи, выносили песок. В условиях водной блокады Крыма они практически полностью разбирались на полив, что не лучшим образом сказалось и на пляжах полуострова, и на экологической обстановке в целом. В 2021 году было много сообщений, что черноморское побережье необычным образом цветет – то оно красное, то бирюзовое. Благодаря беспилотным летательным аппаратам, авиационному наблюдению пятна загрязнений можно было увидеть и картировать, но быстро локализовать и нейтрализовать их достаточно сложно.

Активно развивается промышленная инфраструктура региона. Конечно, Крым стараются сохранить в статусе курорта, всероссийской здравницы, но без современной промышленности полуостров существовать не сможет. Нужны высокотехнологичные очистные сооружения, пресная вода, электроэнергия, нужна круглогодичная работа для людей, которые сейчас заняты только в теплое время года – в курортном бизнесе. Крым – это все-таки не тропики, туристический сезон длится всего 5–6 месяцев, чего недостаточно для устойчивого развития. Все это требует очень серьезных экологических исследований, тем более что массовый туризм при плохо развитой природоохранной и очистной инфраструктуре создает очень большие нагрузки на экосистему региона. Поэтому, повторюсь еще раз, без современных физико-химических методов и технологий экологический контроль и развитие региона невозможны.

Еще один круг проблем – восстановление лесного биоценоза центральной части полуострова. Мы все помним, что во время Великой Отечественной войны практически все леса Крыма были уничтожены в результате либо пожаров, либо вырубок для промышленности

и просто для отопления. Лесопосадки, которые были начаты еще в советский период, долгое время не поддерживались. Сейчас стоит масштабная задача по восстановлению биоразнообразия лесов, которые растут здесь очень трудно. При этом нужно помнить, что горный лесной Крым – ареал с уникальной экосистемой, поэтому очень важно не переусердствовать с восстановительными мероприятиями, высаживать местные культуры – крымские эндемики. В этом направлении также нужны очень серьезные научные разработки, поскольку мы все помним историю с крымским рапаном: это теперь он крымский – пришелец, который в свое время вытеснил мидий и устриц, морского гребешка и морского черенка, не оставив ни единого шанса эндемичным моллюскам черноморской акватории. Не менее трагична и совсем недавняя история с самшитовой огневкой, завезенной перед сочинской олимпиадой на черноморское побережье Кавказа вместе с итальянскими саженцами и в одночасье уничтожившей практически весь краснокнижный реликтовый колхидский самшит [4].

Крым – ареал с уникальной экосистемой, поэтому очень важно не переусердствовать с восстановительными мероприятиями

Е.В.Рыбакова. Еще один кластер тем, связанных с экологическими исследованиями в Крыму, был посвящен возрождению и развитию местного сельского хозяйства, в первую очередь виноградарства и садоводства. Поиск надежных источников воды для гидро-мелиорации садов и виноградников, в том числе опреснение морской воды, исследование загрязненных почв сельскохозяйственных угодий, многие другие задачи агропромышленного комплекса непосредственно связаны с экологией и, соответственно, с фундаментальными и прикладными работами в этой области.

Мировой океан – крупнейший аккумулятор как солнечной энергии, так и углекислого газа, раство-

римость которого напрямую связана с температурой воды. От температуры и уровня закисления зависит и вся океаническая биота. При этом даже незначительное изменение любого параметра может в корне изменить всю экосистему, включая климат. Затрагивались ли эти проблемы?

А.К.Буряк. Да, это был один из ключевых вопросов, который мы обсуждали. Данной тематикой занимается директор Морского гидрофизического института доктор географических наук, член-корреспондент РАН Сергей Карпович Коновалов. Его научная работа посвящена исследованиям физических, геохимических и биогеохимических процессов экосистемы моря, в том числе оценке влияния антропогенного углекислого газа и изменений климата на распределение и содержание растворенного в морской воде кислорода и сероводорода, а также изучению условий устойчивого развития и катастрофических изменений в морской экосистеме. В своем докладе он особо подчеркнул, что для серьезных научных прогнозов абсолютно недостаточно измерений только pH, концентрации CO₂ и солености. Черное море – очень сложная система. Морские течения различаются не

Мы надеемся, что в симпозиуме примут участие научные и технологические организации Краснодарского края, в первую очередь Кубанский государственный университет

только по плотности, солености, содержанию кислорода и углекислого газа, они содержат очень большое количество различной органики. Одна из задач, которую мы перед собой поставили и планируем решать совместно с Морским геофизическим институтом, – определение органических соединений, которые присутствуют в морской воде и имеют происхождение как природного, так и антропогенного характера. Вся эта органика должна быть тщательно классифицирована и изучена. И это будет очень большой вклад в исследование миграции

и накопления углекислого газа в атмосфере и в мировом океане, а может быть, и в изучение того самого углеродного следа и оценку его реальной роли в изменении климата.

Симпозиум может как-то практически повлиять на экологическое развитие региона? Была ли заинтересованность со стороны местных организаций?

Е.В.Рыбакова. Конечно, нам очень хотелось показать как потенциальные возможности, так и уже готовые разработки российской науки – академических институтов и университетов – для решения экологических проблем Крыма. Например, к участию в симпозиуме мы привлекли ученых, работающих по такой актуальной проблематике, как опреснение и очистка воды, в том числе до качества питьевой. Они привезли очень интересные идеи, выступили с докладами, готовы были к общению с представителями соответствующих местных структур и обсуждению совместных проектов. К сожалению, заинтересованности со стороны крымских природоохранных и экологических организаций мы пока не увидели. И поэтому для нас остается одной из приоритетных задач как можно более широко привлечь к работе симпозиума все причастные к данной проблематике организации – и в качестве слушателей, и в качестве докладчиков. Нам важно начать диалог, чтобы понимать и насущные задачи, которые должны быть решены в кратчайшие сроки, и основные направления средне- и долгосрочных исследований, и потребности в наукоемких технологиях, направленных на решение экологических задач полуострова.

А.К.Буряк. Конечно, симпозиум окажет положительное влияние. Помимо повышения эффективности научных и научно-практических работ, уровня анализов, которые будут проводиться уже по результатам совместных исследований, мы надеемся, что в следующий раз удастся гораздо шире привлечь местные экологические службы. Будучи государственными предприятиями, в условиях жестких эпидемических ограничений крымские организации не смогли направить своих представителей, но в будущем мы, безусловно, надеемся получить отклик.

В предварительных планах следующего симпозиума – круглый стол и несколько заседаний, которые будут посвящены подготовке специального обращения в государственные органы Крыма, а также Министерство природных ресурсов и экологии и Министерство промышленности и торговли РФ с предложениями по целевой экологической программе развития региона. Кроме того, мы надеемся, что, помимо Гидрофизического института, Института биологии южных морей и Севастопольского университета в симпозиуме примут участие научные

и технологические организации Краснодарского края, в первую очередь Кубанский государственный университет, в котором накоплен большой опыт исследований по экологической проблематике. Тем более что Краснодарский край – это соседний регион, по сути, та же акватория, сходные природные условия, флора и фауна.

Е.В.Рыбакова. На первом симпозиуме среди наших участников были Архангельский и Дальневосточный университеты – они находятся рядом с морскими акваториями и тоже занимаются экологическими исследованиями. Есть еще Иркутский лимнологический институт СО РАН, который работает над проблемами экологии Байкала. В Ярославской области действует Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН, в Калининграде – Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта. Эти научные учреждения имеют серьезные наработки в области решения наукоемких экологических задач и исследований водных ресурсов. И мы планируем привлечь их к работе, поскольку наша тематика лежит в сфере их научных интересов.

А есть ли интерес к симпозиуму со стороны бизнес-структур? Все-таки Крым в этом отношении – регион достаточно непростой.

Е.В.Рыбакова. Хроматография, масс-спектрометрия, другие направления физико-химических исследований априори требуют аппаратуры очень высокого класса. В текущих реалиях наше государство наконец-то вынуждено уделять пристальное внимание технологической независимости России в наукоемких и высокотехнологичных отраслях. Если в предыдущие 20 лет рынок развивался в парадигме "заграница нам поможет" и российские компании не составляли конкуренции глобальным корпорациям аналитического приборостроения, в последние годы государственная линия на импортозамещение и технологический суверенитет способствует выходу отечественных производителей на более высокий уровень. Один из таких примеров – компания "ХРОМОС Инжиниринг", которая производит современное хроматографическое оборудование на основе перспективных цифровых технологий и самых передовых разработок в научном приборостроении. Предприятию за сравнительно короткий срок удалось создать собственную линейку современных лабораторных и промышленных хроматографов и узкоспециальных анализаторов, совместно с научной группой В.А.Сидельникова из Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН запустить производство кварцевых капиллярных колонок, создать интеллектуальную ИТ-систему удаленного управления и контроля хроматографических систем, осуществить ряд крупных проектов совместно с ведущими химическими, нефтехими-

ческими и нефтедобывающими компаниями России, освоить отечественный и постсоветский рынки. Специалисты "ХРОМОС Инжиниринг" принимали активное участие в работе симпозиума и выступили с подробным докладом о возможностях оборудования, новых разработках и перспективах дальнейшего развития компании.

"ХРОМОС Инжиниринг" производит хроматографическое оборудование на основе перспективных цифровых технологий и самых передовых разработок в научном приборостроении

Кроме того, существует широкий круг технологий, которые напрямую не связаны с приборами для физико-химического анализа, но тем не менее соответствуют проблематике нашего научного форума. Так, на симпозиуме мы услышали замечательный доклад директора Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН, доктора химических наук, члена-корреспондента РАН Руслана Хажсетовича Хамизова, посвященный самоподдерживающимся процессам умягчения и опреснения воды. Суть метода состоит в том, что через колонну с катионообменником в Na-форме циклически пропускается соленая вода, ионы жесткости сорбируются, а умягченная вода подвергается глубокому опреснению без опасности образования отложений слаборастворимых веществ. Рассол, содержащий только соли натрия, накапливается и возвращается для десорбции катионов жесткости и регенерации Na-формы. Эта разработка очень актуальна для решения специальных технологических задач, в том числе для создания автономных и мобильных опреснительных установок [5].

Второй пример – доклад генерального директора компании "БиоХимМак СТ", доктора химических наук Сергея Михайловича Староверова, посвященный аналитической и промышленной хроматографии природных полифенольных комплексов антиоксидантов. Специалисты компании разработали кластерный метод анализа

антоцианидинов, который позволяет оценить подлинность соков черники и винограда, а изократическое хроматографическое разделение при этом дает возможность количественного их определения. Авторами было впервые предложено использование гидрофильной хроматографии (HILIC) для количественной оценки мальвидиндиглюкозида – индикатора гибридных сортов винограда [6]. Кроме того, специалистами компании на одном из отечественных предприятий в пилотном масштабе

Уместно вспомнить опыт советского периода в широком использовании вторичного сырья, в разработке биополимеров на основе доступных природных материалов

разработана и реализована оригинальная хроматографическая технология получения концентрированной смеси антоцианов из отходов переработки черники.

Все эти решения, созданные на основе физико-химических процессов и методов, могут найти широкое применение в экологических приложениях. Мы справедливо считаем, что симпозиум безусловно интересен всем создателям, производителям и поставщикам подобных промышленных технологий.

Конечно, для европейских и американских компаний участие в научных мероприятиях в Крыму в настоящее время не представляется возможным, но мы все-таки надеемся, что политическая ситуация рано или поздно стабилизируется, и рациональный подход возобладает. Пока же нам следует больше полагаться на отечественных производителей, что не отменяет возможности участия в симпозиуме для зарубежных компаний. Мы будем только рады. В конце концов, одной только Америкой и Евросоюзом список производителей приборов для физико-химического анализа не ограничивается. Есть Китай, Индия, Япония, есть даже европейские производители, которые не находятся под всемогущим аме-

риканским влиянием. В эту сторону мы смотрим с осторожным оптимизмом.

Участвуя в работе нашего симпозиума и используя его как площадку для диалога, общения и взаимовыгодного сотрудничества, компании могут расширить свои научные и технологические связи, что в итоге будет способствовать эффективному развитию бизнеса.

А насколько в развитии экологических программ заинтересовано российское государство?

А.К.Буряк. Со стороны нашего государства в отношении к экологической безопасности, природопользованию и проблемам устойчивого развития я вижу очень серьезные положительные изменения. Формируется принципиально иной подход к экологическому законодательству. Я как директор института могу сказать, что соответствующие службы в настоящее время гораздо серьезнее относятся к любым нарушениям – это перестало быть формальной величиной.

Но надо понимать, что многолетнее игнорирование проблем в экологической и природоохранной сфере породило и у населения, и у руководителей предприятий довольно пренебрежительное к ним отношение. Всегда казалось, что можно заплатить штраф как компенсацию нанесенного вреда, и это решит все проблемы. К сожалению, уже нет – количество перешло в качество. И сколько ни плати, а, к примеру, тот же пластик, который попадает в окружающую среду, в глобальный гидрологический цикл, просто так извлечь уже невозможно. Он очень медленно разлагается, но при этом достаточно легко измельчается механически и, превращаясь в микропластик, проникает в живые организмы. Есть данные исследований, что его находят в организмах самых разных морских животных, и даже в бутилированной воде. В 2022 году ученые Амстердамского университета сообщили об обнаружении микропластика в крови человека [7]. Несмотря на то что, дизайн этого исследования вызывает определенные сомнения в надежности полученных результатов [8], тем не менее теоретически такое возможно. А если частицы микропластика действительно могут попадать в кровотоки и накапливаться в органах, они могут быть и потенциально опасными для нашего с вами здоровья. При этом химически пластики разлагаются десятилетиями, поэтому, даже если сегодня во всем мире полностью прекратить их производство, пройдет длительное время, прежде чем они окончательно деградируют и будут выведены из экологической цепи. И это реальная экологическая проблема, которая требует серьезной перестройки всех этапов мирового промышленного производства и потребления. Но даже не это главное.

Мне кажется, что основная задача государства в экологической сфере – создать такую фундаментальную концепцию устойчивого развития нашей страны, государств-партнеров, в конечном счете – всего мирового экономического сообщества, чтобы человеческая цивилизация в минимальной степени оказывала отрицательное влияние на окружающую среду и сохраняла экологически щадящие условия как для своего существования, так и для природы в целом. И здесь уместно вспомнить опыт советского периода, например, в широком использовании вторичного сырья, в разработке биополимеров на основе доступных природных материалов. Если извлекать алюминий не из руды, а перерабатывать алюминиевый лом, это гораздо более эффективно – и экологически, и экономически. То же самое с бумагой, когда она проходит несколько циклов вторичной переработки, вплоть до строительного материала, а в заключительном – используется в качестве топлива. Нужно широко и повсеместно внедрять технологии рециклинга, создавать биосовместимые и биоразлагаемые материалы, по возможности переходить на полностью безотходные производства и т.д.

Разработка и выполнение дорожной карты развития страны на базе эффективных и экологически безопасных технологий – вот основная задача государства, разумеется, при участии отечественного научного и технологического сообщества, и в первую очередь – Российской академии наук. Потому что на таком уровне комплекс экологических проблем никакие объединения институтов и вузов, никакие симпозиумы и конференции решить не смогут. Стратегические программы устойчивого развития должны создаваться на государственном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рыбакова Е.В., Коломиец Л.Н.** Итоги I Всероссийского симпозиума и школы-конференции молодых ученых "Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях" // Сорбционные и хроматографические процессы. 2022. Т. 22. № 1. С. 89–98.
2. <https://methods.phyche.ac.ru/images/Proceedings-PhysChemMethods-2021-Sevastopol.pdf>
3. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/montreal.pdf
4. **Сухоруких Ю.И., Бибин А.Р., Грабенко Е.А., Биганова С.Г.** Современное состояние самшита колхидского (*Buxus colchica* roj.) и рекомендации по сохранению его генофонда на северной границе естественного ареала // Промышленная ботаника. 2019. Вып. 19. № 4. С. 68–73.
5. Патент № RU 2770078 С1 Российская Федерация, МПК C02F 1/469 (2006.01) B01D 61/44 (2006.01). Способ элек-

И всем нужно понимать, что эти программы призваны работать не год и не два, а как минимум десятилетия.

Как вы оцениваете итоги симпозиума и каковы дальнейшие перспективы этого научного форума?

А.К.Буряк. На мой взгляд, все темы и направления нашей научной программы органично объединились в сбалансированный пул теоретических, прикладных и внедренческих исследований, которые, к слову, продолжаются и в настоящее время. К большому сожалению, академическая наука, предлагая множество блестящих решений, не имеет возможностей их самостоятельного внедрения. Университеты в этом плане более свободны – для реализации пилотных проектов они могут создавать стартапы и научно-образовательные кластеры. А инвестиционную привлекательность научных идей бизнес способен оценить только на основе хотя бы лабораторно или пилотно реализованных технологий. Именно поэтому совместное обсуждение общих проблем и демонстрация потенциальных возможностей – необходимое и главное условие успешных высокотехнологичных наукоёмких проектов в экологической сфере.

Надеюсь, нам удастся заинтересовать и привлечь к этой работе и ученых, и представителей государственных институтов, и бизнес-структуры. И мы постараемся найти как можно больше общих точек соприкосновения, чтобы наука, высшее образование и производство смогли объединиться для эффективного решения актуальных экологических и природоохранных задач.

Спасибо за интересный рассказ.

С А.К.Буряком и Е.В.Рыбаковой беседовала О.А.Шахнович

6. **Дробь А.А., Васяров Г.Г., Титова Е.В., Старовров С.М., Якуба Ю.Ф., Гугучкина Т.И.** Оптимизация методов ВЭЖХ контроля антоцианового состава вин и виноматериалов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2019. Т. 19. № 2. С. 179–186.
7. **Heather A. Leslie, Martin J.M. van Velzena, Sicco H. Brandsma, A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, Marja H. Lamoree** Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood // Environment International. 2022. V. 163. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
8. **Kuhlman R.L.** Letter to the editor, discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood // Environment International. 2022. V. 167. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107400>