

УДК 54

А. В. БИЛЬДЮКЕВИЧ, В. И. МАРТИНОВИЧ, С. А. ПРАЦЕНКО

**ИНСТИТУТУ ФИЗИКО-ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ – 85 лет**

История старейшего химического института Республики Беларусь – Государственного научно-учреждения «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» – берет свое начало 18 декабря 1929 года, когда на базе кафедры химии Белорусской академии наук (до этого – Института белорусской культуры) был организован Институт химии Академии наук Белорусской ССР.

В довоенные годы деятельность института химии была направлена на изучение проблем органического синтеза и катализа, адсорбции, кинетики химических реакций, строения высокомолекулярных соединений, решение задач, связанных с рациональным использованием минерального и органического сырья БССР. В тот период в Институте работали известные ученые-химики Н. Ф. Ермоленко, С. М. Липатов, В. К. Никифоров, возглавляли институт последовательно В. В. Шкателов, Н. А. Прилежаев, Н. С. Козлов, Б. В. Ерофеев.

В годы Великой Отечественной войны ученые института в составе ряда научных коллективов участвовали в выполнении важных работ оборонного значения (разработка высокопрочного прозрачного полимерного материала для самолетостроения, исследование нефтей новых месторождений и получение высококачественных нефтепродуктов на их основе, создание новых материалов для фотографии, улучшение свойств каучуков и резин и др.), внося свой вклад в достижение победы.

В послевоенные годы в Институте химии успешно велись исследования в области химической кинетики и катализа, химии неорганических, органических и высокомолекулярных соединений, выполнявшиеся под руководством Б. В. Ерофеева, К. Н. Короткова, М. М. Павлюченко, Н. Ф. Ермоленко, П. И. Белькевича, А. И. Скригана.

В январе 1959 года Институт химии был реорганизован и на его базе были созданы Институт физико-органической химии (ИФОХ) и Институт общей и неорганической химии. В 1960–70-х годах в Институте физико-органической химии интенсивно развиваются работы в области жидкофазного окисления органических соединений (академики Б. В. Ерофеев, Н. И. Мицкевич), каталитических методов синтеза органических соединений (академик Н. С. Козлов), синтеза элементоорганических, пероксидных и полихлорорганических соединений (члены-корреспонденты Ю. А. Ольдекоп и Н. А. Майер), химии и технологии терпеновых соединений (член-корреспондент И. И. Бардышев), полимеризации алициклических мономеров и химической модификации полимеров (С. Ф. Наумова, И. Ф. Осипенко, А. И. Воложин), радиационно-химических превращений полисахаридов (С. В. Маркевич). Открытие в республике промышленных запасов нефти и создание нефтеперерабатывающей промышленности способствовали развитию исследований в области нефтехимии (академик Я. М. Паушкин, Ю. Г. Егiazаров). В 1974 году на базе отдела биоорганической химии, в котором под руководством академика А. А. Ахрема получили новое развитие ранее начатые работы по тонкому органическому синтезу, был создан Институт биоорганической химии АН БССР.

С 1981 года в институте под руководством академика В. С. Солдатова успешно ведутся исследования в области термодинамики ионного обмена, синтеза и исследования сорбционных свойств ионитных волокон, искусственных сред для выращивания растений, создания полупро-

нищаемых полимерных мембран, химии экстракционных процессов. Большое значение придается прикладным работам, для успешного осуществления которых в институте был создан Отдел модельных установок, преобразованный в 1993 году в Химико-технологический центр АН Беларуси, где был налажен выпуск опытных и опытно-промышленных партий новых химических продуктов и материалов, разработанных институтами Отделения химических и геологических наук. Работы в области кинетики твердофазных реакций, создания тонкопленочных структур, исследования реакционной способности органических соединений, получили дальнейшее развитие в Институте химии новых материалов, созданном в 1998 году на базе Химико-технологического центра и Отдела кинетики и реакционной способности ИФОХ и возглавляемым академиком В. Е. Агабековым.

За годы деятельности Институтом физико-органической химии внесен заметный вклад в решение ряда важных научно-технических проблем. Разработанные в институте катализаторы были внедрены на крупнейших химических предприятиях Беларуси – Могилевском ПО «Химволокно» (в процессе окисления *n*-ксилола в основном производстве при получении полиэтилен-терефталата), Гродненском ПО «Азот» (гидрирование бензола и дегидрирование циклогексанола в производстве капролактама, дожиг отходящих газов), Новополоцком ПО «Нафтан» (в процессах риформинга и изомеризации *m*-ксилола). В масштабах отрасли внедрена антиблочная композиция, предотвращающая слипание целлофановой пленки при ее производстве (Могилевский завод искусственного волокна, другие заводы СССР). Разработана промышленная радиационно-химическая технология получения заменителей плазмы крови «Рондекс» и «Неорондекс», освоенная на РУПП «Белмедпрепараты».

Институт занял лидирующие позиции в мире в сфере разработки, изготовления и использования ионообменных волокнистых материалов (торговая марка ФИБАН) и искусственных субстратов для выращивания растений. Широко известны работы института в области мембран и мембранных технологий. Разработаны и выпускаются мембранные материалы для ультра- и микрофльтрации в виде непрерывных полотен и капилляров, кассетных, рулонных и половолоконных элементов для использования в энергетике, пищевой, фармацевтической, электронной и других отраслях промышленности.

Учеными института открыты и изучены следующие реакции: гетероциклизации азометиннов с карбонильными соединениями, гидроаминирования кислородсодержащих соединений, иницированного декарбоксилирования ацилатов ртути, построения изотиазольного и фуразанового гетероциклов. Разработаны удобные методы синтеза бензохинолинов и других азагетероциклов, аминов, пиридинов, ртутно-органических соединений, электрохимические способы получения π -комплексов переходных металлов, методы синтеза разнообразных функциональных замещенных галогенорганических соединений, карборанов и пероксидов.

В настоящее время научная и научно-техническая деятельность института направлена на разработку научных принципов создания новых полимерных материалов различного назначения: хемосорбционных, ионообменных, селективно-проницаемых, абразивостойких, вспомогательных материалов для промышленности, а также новых композиционных материалов и материалов с особыми свойствами для использования в промышленности, сельском хозяйстве, экологии, водоподготовке; разработку методов синтеза и технологий получения лекарственных субстанций на основе аминокислот и их производных, биологически активных веществ для медицины и сельского хозяйства, функционально замещенных органических и элементоорганических соединений и соответствует приоритетным направлениям научно-технической деятельности РБ, обозначенным в Указе Президента Республики Беларусь от 22.07.2010 № 378, а также приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных исследований Республики Беларусь на 2011–2015 гг. (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.04.2010 № 585).

С 2004 года ИФОХ НАН Беларуси возглавляет член-корреспондент А. В. Бильдюкевич. В состав института входят отдел высокомолекулярных соединений (лаборатории мембранных процессов, ионного обмена и сорбции, синтеза и исследования свойств ионитных волокон, тематические группы оптических поляризаторов и модификации природных полимеров), отдел органической химии (лаборатории элементоорганических соединений, органического катализа, химии

биоконъюгатов), отдел лекарственных веществ (лаборатории экстракции, производных аминокислот, тематические группы химического синтеза лекарственных веществ и микробиологического синтеза), лаборатория физико-химических методов исследований. Научные исследования выполняются под руководством академиков В. С. Солдатова и В. Е. Агабекова, членов-корреспондентов А. В. Бильдюкевича и В. И. Поткина, докторов наук З. И. Куваевой, В. М. Зеленковского, В. А. Книжникова, Н. Г. Козлова, кандидатов наук Д. В. Лопатик, В. И. Мартиновича, А. П. Поликарпова, Е. Д. Скаковского, В. В. Шманая, Н. Н. Якимовича, старшего научного сотрудника С. Г. Азизбеяна.

Институт является головной организацией по разделу «Химфармсинтез» ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», по подпрограмме «Аминокислоты» ГНТП «Фармацевтические субстанции и лекарственные средства», выполняет ряд заданий раздела «Полимеры и композиты» ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», участвует в выполнении ГПНИ «Конвергенция», ГП «Импортозамещающая фармпродукция», ГНТП «Энергетика-2015», «Химические технологии и производства», «Ресурсосбережение, новые материалы и технологии – 2015» и др. Осуществляет фундаментальные исследования в рамках грантов БРФФИ, отдельных проектов научных исследований, выполняются гранты НАН Беларуси для аспирантов. В Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. Институт выполняет проекты «Организация опытного производства фармацевтических субстанций на основе производных аминокислот и других субстанций на производственных площадях ИФОХ НАН Беларуси» и «Освоить промышленное производство и внедрить микроудобрение «Наноплант» для широкого применения в растениеводстве Беларуси».

Основными направлениями практического использования результатов являются научные исследования института, относящиеся к наукоемкой, импортозамещающей, а также ориентированной на экспорт продукции. За последнее десятилетие в результате выполнения научно-исследовательских работ институтом получены следующие важнейшие результаты.

В области химии и физикохимии специальных полимерных материалов. Разработаны научные основы и созданы оригинальные способы получения сверхпроизводительных механически прочных капиллярных мембран для ультрафильтрации в энергосберегающем режиме, различающихся геометрическими характеристиками и значением номинального молекулярно-массового предела задержания. Разработанная технология производства капиллярных мембран из полисульфона и фильтрующих элементов на их основе соответствует мировому уровню. Спроектирован и изготовлен комплект стендового оборудования для получения капиллярных мембран. Впервые на территории СНГ разработаны и изготовлены полномасштабные фильтрующие элементы увеличенной производительности для разделения водных сред (диаметр 6", рабочая площадь фильтрации 20 м²) и серия мобильных многофункциональных пилотных установок для отработки мембранных процессов очистки воды различного происхождения (поверхностных, артезианских, технологических). Разработаны и внедряются на крупных предприятиях Минэнерго автоматизированные модульные мембранные установки производительностью от 5 до 100 м³/ч, обеспечивающие непрерывную очистку поверхностных и артезианских вод от коллоидных, микробиологических загрязнений и высокомолекулярных веществ (ММ > 100 кДа). При создании установок реализованы оригинальные технические решения, позволившие полностью автоматизировать процессы дозирования вспомогательных химических элементов и регенерацию мембранных элементов. Завершаются работы по созданию комплексной мембранно-сорбционной технологии очистки поверхностных вод с высокой степенью природного и техногенного загрязнения, включающего окрашенные слабодиссоциирующие органические соединения в высоких концентрациях.

Разработан новый теоретический подход к оценке кислотно-основных свойств ионитов (в том числе полиамфолитов) по параметрам кислотности каждого вида функциональных групп, присутствующих в ионите, определяемых из кривой потенциометрического титрования при помощи специально разработанной компьютерной программы. Установление кислотно-основных параметров позволяет производить расчет любых равновесий в ионообменной системе. Создана новая теоретическая модель для описания поглощения паров воды, которая находит применение

для предсказания сорбционной способности ионитов при поглощении веществ основной природы из воздуха при сверхнизких концентрациях; выведено новое уравнение поглощения паров воды. Выполнен комплекс исследований по получению и изучению свойств новых химически активных волокнистых материалов. Разработаны научные основы и опытно-промышленные технологии создания комбинированных волокнистых материалов на основе ионитных волокон, обладающих уникальными сорбционными и каталитическими свойствами. Разработаны высокоэффективные методы и системы очистки воды и воздуха от токсичных и опасных примесей с использованием ионообменных материалов различных модификаций. Разработано и изготовлено усовершенствованное реакторное оборудование для синтеза волокнистых анионитов и катионитов, организован выпуск опытных и опытно-промышленных партий волокнистых ионитов в различных текстильных формах. Материалы и устройства на основе хемосорбционных волокон поставляются промышленным предприятиям республики, экспортируются в Российскую Федерацию, Германию, Австрию, Корею и другие страны.

Разработана технология получения на основе созданных в институте товарных анионообменных волокон высокоэффективного волокнистого палладийсодержащего катализатора, предназначенного для использования в процессах удаления кислорода из воды. Спроектированы и изготовлены реактор для выпуска опытно-промышленных партий катализатора и каталитическая деаэрационная установка для водоподготовки на энергетических объектах.

Установлены зависимости спектрально-поляризационных свойств, термо- и светостойкости поляризационных поливинилспиртовых пленок от строения, ориентационного распределения и агрегации молекул красителя в полимерной матрице, а также от условий одноосной ориентации пленки, ее химической и тепловой обработки на различных стадиях получения поляризующего материала. На основе поливинилового спирта и синтезированных дихроичных красителей различных классов созданы узко- и широкополосные поляризаторы для ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной спектральных областей с эффектом поляризации 95–99 %.

В области создания лекарственных препаратов и биологически активных соединений. Разработаны препаративные способы синтеза ряда короткоцепочечных пептидов и их производных, предназначенных для использования в качестве субстанций лекарственных средств. Изучена реакция бисфосфонирования аминокислот алифатического и циклического строения, получен ряд новых аминокислотных бисфосфонатов. Разработаны способы синтеза субстанций класса аминокислотных бисфосфонатов, предназначенных для создания высокоэффективных дженерических лекарственных средств типа Зомета и Ибандронат. Разработаны препаративные способы получения биологически активных экстрактов левзеи сафлоровидной, лимонника китайского, пажитника греческого, родиолы розовой, стандартизированных по целевому компоненту. Введена в эксплуатацию первая очередь опытного производства фармацевтических субстанций на основе производных аминокислот и других субстанций на производственных площадях ИФОХ НАН Беларуси, создаваемого в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы. На созданном производстве налажен выпуск субстанций (глицил-глицин, N-ацетил-L-глутамин, L-аргинин сукцинат, L-аргинин-L-аспартат, N-ацетил-L-пролин, кальция пролинат, кальция глицинат, цинкдиаспартат, таурин, натрия алендронат, натрия продронат и др.), поставляемых на РУПП «Белмедпрепараты». По заданиям подпрограммы «Аминокислоты» разработан широкий круг лекарственных препаратов, которые производятся предприятиями Департамента фармацевтической промышленности Минздрава: антиагрегантное средство «Тетракард», антиастеническое «Валикар», антиишемическое средство кардиопротекторного действия «Инокардин», иммуномодулятор «Лейаргунал», гепатопротекторное «Гепавил», терапевтическое средство при хронических диффузных заболеваниях печени «Гепавилаг», средство для лечения метаболических остеопатий «Натрий алендронат», ангиопротекторное антиагрегантное средство «Аспаргит», противовоспалительное и анальгетическое «Гроцепрол», анксиолитическое и антидепрессантное «Нейрамин», противоанемическое средство «Диаферрум».

Разработаны рецептуры и организовано производство биологически активных добавок к пище и для питания спортсменов «НИКА» 10 наименований (Ника-Карнитин, Ника-Энерготон, Ника-Энерготон Плюс, Ника-Тауратон, Ника-Церебростим, Ника-Герогард, Ника-ВСАА, Ника-Спорт, Ника-Кардиотон, Ника-Селен).

Создана технология получения и организовано опытное производство реагентов для клинико-лабораторной диагностики системы гемостаза («Тромбин», набор «Тромбопластин-тест», «Плазма крови контрольная нормальная»). Технология основана на мембранных методах разделения жидких сред.

Введены в практику органического синтеза новые высокорекреационноспособные селективные реагенты – нитрозамещенные галогенбутADIены и арилтрихлораллилкетоны. Разработаны новые пути конструирования изотиазольного и фуразанового гетероциклов, труднодоступных и малоизученных бензазетиновых, нафтазетиновых и бензазетовых гетероциклических систем. Синтезированы комплексы палладия с 1,2-азольными лигандами, обладающие высокой каталитической активностью в реакциях кросс-сочетания. Осуществлены нетрадиционные способы синтеза функционально замещенных пероксидов и пероксиацетиленидов металлов – новых реагентов в химии пероксидов. Разработаны оригинальные методы синтеза широкого круга полиядерных гетероциклов хинолинового и фенантролинового ряда, основанные на реакции каскадной циклоконденсации. Возможность варьирования строения исходных компонентов позволяет вводить в структуру синтезируемых соединений различные фрагменты, в том числе фармакофорные. Получены новые соединения с высокой противоопухолевой активностью, перспективные синергисты и потенцирующие агенты биоактивных препаратов для медицины и сельского хозяйства, пищевые ароматизаторы и душистые вещества для парфюмерии.

Разработаны методы химической модификации поверхности формованных полимерных изделий для иммобилизации биомолекул, технология получения флуоресцентных зондов для количественного генетического анализа и созданы носители для иммуноферментного анализа и наборы для анализа ряда белков. Разработаны новые препаративные схемы и методы получения ряда ксантовых и цианиновых красителей и их функциональных производных (азидов, активированных эфиров, амидофосфитов). Синтезированы флуоресцентно-модифицированные олигонуклеотиды с улучшенными фотофизическими характеристиками и установлена зависимость квантового выхода флуоресценции от структуры красителя и линкера. Разработаны препаративные схемы получения реагентов для модификации нуклеиновых кислот и методики синтеза изотопно усиленных полиненасыщенных жирных кислот, востребованных на мировом рынке.

В области создания малотоннажных химических продуктов. С использованием разработанных в институте технологий получения наноразмерных частиц соединений ряда биогенных микроэлементов (железо, медь, кобальт, марганец и др.) и стабилизации их коллоидных растворов модифицированными природными полисахаридами совместно с Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси разработан экологически безопасный антистрессовый препарат для растениеводства «Наноплант». Проведенные полевые испытания на ряде сельскохозяйственных культур показали, что внесение микроудобрений в форме разработанного препарата является значительно более эффективным и экономически обоснованным по сравнению с обычно применяемым внесением микроудобрений в солевой либо хелатной форме. Организован выпуск опытных партий препарата, проводится значительная работа по подбору условий его применения для расширенного круга сельхозкультур, увеличению объемов производства и реализации. Совместно с Институтом экспериментальной ветеринарии НАН Беларуси разработаны препарат на основе наночастиц селена для профилактики гипоселеноза и повышения антиоксидантного статуса организма животных и комплексный препарат на основе наночастиц биоэлементов для стимуляции гемопоэза у животных.

Разработаны новые рецептуры ионообменных питательных сред, позволяющие расширить область применения ионообменных материалов искусственного и природного происхождения в сельскохозяйственной биотехнологии, в частности при получении посадочного материала элитных растений из клеточных и тканевых культур, клонировании сельскохозяйственных культур и для коррекции ионного состава поливной воды с целью получения питательных растворов в полевых условиях и парниковых хозяйствах. Питательные среды изготавливаются в институте по усовершенствованной технологии по заказам организаций Беларуси и Российской Федерации.

Создан усовершенствованный модельный состав для точного литья металлических изделий сложной геометрической конфигурации на основе модифицированной канифоли (производитель – ОАО «Завод горного воска»). Разработан высокоэффективный импортозамещающий

гидрофобизирующий состав для бетона и каменной кладки «Эльакваблок», который внедрен в производственную практику для гидроизоляционной обработки элементов строительных объектов. Разработан и внедрен в производство усовершенствованный процесс биосинтеза этилового спирта из крахмалсодержащего сырья. В институте налажено опытно-промышленное производство технологических пищевых добавок (лактат кальция, цитрат натрия, цитрат калия и др.), используемых рядом предприятий молочной промышленности страны.

Институт осуществляет международное научно-техническое сотрудничество в рамках прямых соглашений с научными учреждениями России, Украины, Латвии, Германии, Австрии, Польши, Китая, ЮАР, Новой Зеландии и др. Большое внимание уделяется выполнению контрактов на проведение научно-исследовательских работ и изготовлению наукоемкой товарной продукции по собственным разработкам с организациями и фирмами Саудовской Аравии, Германии, Австрии, Японии, Кореи, России, США.

Подготовка высококвалифицированных кадров в институте осуществляется через аспирантуру и докторантуру по специальностям 02.00.03 – органическая химия, 02.00.04 – физическая химия, 02.00.06 – высокомолекулярные соединения. В институте работает Специализированный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Высокие результаты научной, научно-технической и инновационной деятельности Института, достигнутые в 2010 и 2013 годах, были отмечены занесением на Доску почета НАН Беларуси.

A. V. BILDYUKEVICH, V. I. MARTSINOVICH, S. A. PRATSENKO

**ON 85TH ANNIVERSARY OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE'S INSTITUTE
OF PHYSICAL ORGANIC CHEMISTRY**

Summary

A short historical reference on National Academy of Science's Institute of Physical Organic Chemistry, its organizational structure, research directions and main achievements in the fields of organic chemistry, physical chemistry and polymer chemistry.