

Минск 1998

*О.А. Ивашкевич, Ю.В. Нечепуренко,
С.К. Рахманов, В.В. Свиридов*

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА:
СОЗДАНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ, РАЗВИТИЕ,
ПЕРСПЕКТИВЫ
(к 20-летию образования)**

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ОРГАНИЗАЦИИ
И РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТА**

Научные исследования в области химии на кафедрах химического факультета Белгосуниверситета велись малыми силами вплоть до конца 60-х годов. Бурное развитие химии в республике, начавшееся во второй половине 50-х годов, способствовало резкому увеличению приема студентов на химический факультет и, как следствие, значительному его росту. Одна из основных задач, стоящих перед научными коллективами кафедр, заключалась в создании условий для быстрой подготовки преподавателей с кандидатскими степенями и обеспечении возможности выполнения на удовлетворительном уровне научных исследований (дипломных и курсовых работ) большим количеством студентов. Решая эту задачу, кафедры внесли ощутимый вклад в развитие различных областей химии, однако имели ограниченные возможности в доведении результатов исследований до стадии получения конечных результатов, пригодных для практического использования.

Заключения о целесообразности создания института химического профиля в Белгосуниверситете были сделаны Химической секцией Научно-технического совета Минвуза СССР и комиссией ГКНТ при Совете Министров СССР с учетом мнения группы специалистов из научных учреждений и вузов г. Москвы во главе с ректором Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева профессором Г.А. Ягодиным и академиком АН СССР Я.М. Колотыркиным, ознакомившихся в 1977 году с состоянием научных исследований по химии в нашем университете.

Решение о создании Научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета

(НИИ ФХП БГУ) было принято на заседании коллегии ГКНТ при Совете Министров СССР 27 сентября 1977 года (протокол № 52). 22 ноября 1977 года Совет Министров БССР принял Постановление № 371 о создании НИИ ФХП БГУ и в соответствии с приказами Минвуза БССР (от 8 декабря 1977 года № 563) и Белгосуниверситета (от 21 марта 1978 года № 4-0) институт начал функционировать с 1 марта 1978 года. Постановлением Госкомитета при Совете Министров СССР по труду и социальным вопросам от 11 июля 1978 года № 230 НИИ ФХП БГУ был отнесен к первой категории оплаты труда работников. В институте в момент его организации работал 181 человек, включая 123 научных сотрудника, в том числе 33 кандидата наук. Штат сотрудников был укомплектован в основном за счет исследовательских групп при кафедрах химического факультета.

Первоначальная организационная структура института была определена приказом Минвуза БССР от 4 октября 1978 года № 497. В соответствии с ней, помимо административно-управленческого аппарата, в состав института входило 9 научно-исследовательских лабораторий: химии фотографических процессов, физической химии целлюлозы, физической химии твердого тела, радиационной химии, высокотемпературных реакций, полупроводниковой керамики, модификации и стабилизации полимеров, органического синтеза, экстракционных и сорбционных процессов.

Большая работа по организации института была проделана проректором по научной работе Белгосуниверситета академиком АН БССР Л.В. Володько, заместителем министра высшего и среднего специального образования БССР Ф.Н. Капуцким, который выполнял функции директора института в 1978-1979 гг., Г.А. Браницким (заместитель директора по научной работе в 1978-1989 гг.) и В.В.Свиридовым (директор института в 1979-1993 гг.). В 1993-1997 гг. институт возглавлял С.К. Рахманов, с мая 1997 г. — директор НИИ ФХП БГУ О. А. Ивашкевич.

Вышеуказанными решениями ГКНТ при СМ СССР и Совета Министров БССР институту были определены следующие два основных направления научной деятельности: 1) исследование закономерностей химического действия света на твердые тела с целью создания новых материалов для фотохимической записи информации (научный руководитель — В.В. Свиридов); 2) разработка методов улучшения физико-химических свойств целлюлозы с целью создания новых промышленно важных материалов (научный руководитель — Ф.Н. Капуцкий). Значительная часть исследований выполнялась по третьему направлению, связанному с разработкой и изучением свойств новых материалов специального назначения и, в частности, представляющих интерес для создания энергетических устройств новой техники. Работы велись главным образом в двух облас-

тях: химия конденсированных систем с регулируемой горючестью (научные руководители — А.И. Лесникович и В.В. Свиридов) и химия высокотемпературных неорганических материалов (научные руководители — А.А. Вечер и И.Ф. Кононюк). Наряду с основными направлениями научной деятельности в институте на начальной стадии его существования выполнялись исследования и по другим направлениям: радиационная химия (научный руководитель — Е.П. Петряев), химия экстракционных процессов (научный руководитель — Г.Л. Старобинец), синтез органических соединений (научный руководитель — И.Г. Тищенко), химия высокомолекулярных соединений (научные руководители — П.А. Матусевич и Т.С. Прищукская), химия низких температур (научный руководитель — В.А. Лишневский) и некоторые другие. Широкий круг решавшихся задач был обусловлен тем, что научное учреждение высшей школы должно отражать интересы учебного процесса в целом и научные интересы различных кафедр, определяемые их специализацией.

Проблематика исследований на протяжении длительного периода времени была такова, что разрабатывалось небольшое количество фундаментальных проблем, относящихся к нескольким разделам химии, а на основе получаемых научных результатов решались различные прикладные задачи, представляющие главным образом межотраслевой интерес. При этом упор делался на то, чтобы основная часть прикладных задач решалась совместно с отраслевыми организациями и предприятиями, так как только при наличии хорошего взаимодействия между вузовской наукой и потребителями научных разработок, обладающими опытно-производственной базой, эти разработки могли доводиться до логического конца и находить практическую реализацию.

Основные направления научной деятельности института не претерпели существенных изменений на протяжении длительного периода времени. Вместе с тем, по мере развития института появлялись новые задачи, что нашло отражение в расширении и конкретизации тематики проводимых исследований.

На рубеже 80-х - 90-х годов основные научные направления деятельности института получили дальнейшее развитие. Успехи в исследованиях, связанных с разработкой методов улучшения физико-химических свойств целлюлозы, привели к созданию в рамках этого направления большого самостоятельного раздела по разработке новых лекарственных препаратов на основе модифицированных полисахаридов (научный руководитель — Ф.Н. Капуцкий). Существенно расширились и углубились исследования по другим проблемам модификации природных и синтетических полимеров (научные руководители — Л.П. Круль и Д.Д. Гриншпан). В целом новое направление научной деятельности института выли-

лись исследования в области разработки научных основ прогнозирования термодинамических свойств органических соединений и термодинамического обоснования энерго- и ресурсосберегающих технологий органического синтеза (научный руководитель — Г.Я. Кабо). Направление, связанное с исследованием закономерностей действия света на твердые тела, трансформировалось в исследования по физико-химии тонкопленочных структур, получаемых химическими способами, с целью их использования в качестве функциональных и защитных покрытий, в системах записи информации и в фототехнологии. Кроме того начаты работы по синтезу и исследованию свойств ультрадисперсных и наноструктурированных систем — металлов, оксидов, квантоворазмерных полупроводников (научные руководители — В.В. Свиридов, Г.А. Браницкий, С.К. Рахманов). Выполнявшиеся в рамках фотохимических исследований работы с использованием методов электрохимии трансформировались в самостоятельный раздел исследований в области электрохимии и фотоэлектрохимии наноструктурированных полупроводниковых и молекулярно-организованных систем (научный руководитель — А.И. Кулак). Исследования по проблемам химии материалов получили более детальную конкретизацию в области разработки новых микрогетерогенных композитных материалов различного назначения: твердые ракетные топлива, композиты различного состава с регулируемой горючестью, в том числе модельные, полимерные материалы с пониженной горючестью и др. (научный руководитель — А.И. Лесникович), а также разработки научных основ создания новых химических сенсоров: электрохимических, полупроводниковых, термокаталитических (научные руководители — Г.А. Браницкий, Е.М. Рахманько, А.А. Вечер, А.В. Юхневич, В.В. Егоров). В рамках исследований композитов с регулируемой горючестью сформировался самостоятельный раздел по синтезу и исследованию физико-химических свойств соединений ряда азолов (научные руководители — П.Н. Гапоник и О.А. Ивашкевич). Несколько лет назад начаты исследования в двух новых областях: разработка новых методов синтеза и исследование свойств биологически активных соединений белково-пептидной группы (научный руководитель — В.М. Шкуматов) и разработка научных основ процессов утилизации различных видов техногенных отходов и химических методов выделения из них благородных металлов (научные руководители — С.К. Рахманов, О.А. Ивашкевич и Г.М. Корзун).

Следует отметить, что структурные подразделения института, выполнявшие в первое десятилетие его функционирования исследования в области радиационной химии и синтеза органических соединений, вышли из состава института, и данные исследования ведутся в настоящее время

лишь на кафедрах химического факультета. Работы в области химии низких температур были прекращены в 1982 г.

Проблематика исследований, выполняемых в институте в настоящее время и планируемых на ближайшие годы, относится к научным направлениям, которые формулируются следующим образом:

- 1) физико-химия и научные основы практического применения ультрадисперсных и наноструктурированных систем, получаемых химическими и электрохимическими методами (научные руководители — академик НАН Беларуси В.В. Свиридов, академик НАН Беларуси А.И. Лесникович, профессор Г.А. Браницкий, доктора химических наук С.К. Рахманов и А.И. Кулак);
- 2) исследование процессов химического модифицирования природных и синтетических полимеров, в том числе целлюлозы, и создание на их основе новых материалов медицинского и технического назначения (научные руководители — академик НАН Беларуси Ф.Н. Капуцкий, академик НАН Беларуси А.И. Лесникович, доктор химических наук Л.П. Круль и кандидат химических наук О.А. Ивашкевич);
- 3) разработка научных основ прогнозирования термодинамических свойств органических веществ и термодинамического обоснования энерго- и ресурсосберегающих технологий органического синтеза (научный руководитель — профессор Г.Я. Кабо);
- 4) разработка научных основ процессов утилизации различных видов техногенных отходов и химических методов выделения из них полезных элементов и соединений, в том числе благородных металлов (научные руководители — доктор химических наук С.К. Рахманов, кандидаты химических наук О.А. Ивашкевич и Г.М. Корзун);
- 5) разработка новых методов синтеза и исследование свойств биологически активных соединений белково-пептидной группы (научный руководитель — доктор биологических наук В.М. Шкуматов) и соединений ряда азолов (научные руководители — кандидаты химических наук О.А. Ивашкевич и П. Н. Гапоник);
- 6) научные основы создания новых химических сенсоров (научные руководители — профессора Е.М. Рахманько и Г.А. Браницкий, кандидат химических наук В.В. Егоров).

Одновременно с трансформацией научных направлений происходил естественный процесс изменения структуры института: создавались новые научные подразделения, некоторые из них реорганизовывались, упразднялись либо были переведены на химический факультет. Так, в различные периоды деятельности института в его структуру в качестве самостоятельных научных подразделений входили: лаборатория модификации и стабилизации полимеров (1978-1982 гг.), сектор физико-химии низ-

ких температур (1980-1982 гг.), лаборатория синтеза и модификации неорганических соединений (1985-1991 гг.), лаборатория радиационной химии (1978-1989 гг.), лаборатория радиохимии (1986-1989 гг.), лаборатория органического синтеза (1978-1991 гг.), в составе которой в 1982—1988 гг. существовал сектор элементоорганических соединений, и лаборатория полупроводниковой керамики (1978-1986 гг.). Первые три структурных подразделения в силу различных причин были упразднены, а из последних четырех — три перешли на химический факультет БГУ, большая же часть сотрудников лаборатории полупроводниковой керамики перешла на работу в ИОНХ НАН Беларуси. В 1988 году на базе трех самых крупных лабораторий института были образованы отделы: отдел химии пленочных систем и процессов фотографической регистрации информации, включающий лабораторию химии тонких пленок и фототехнологий и лабораторию химии фотографических процессов; отдел целлюлозных материалов, который в 1991 г. был реорганизован в лабораторию физической химии и модификации целлюлозы и лабораторию растворов целлюлозы и продуктов их переработки; отдел физической химии конденсированных сред, из которого в дальнейшем выделились в качестве самостоятельных научных подразделений лаборатория физико-химии конденсированных сред, лаборатория методов исследования конденсированных систем (с 1993 г. — лаборатория газовых сенсоров и систем мониторинга), сектор огнетушащих материалов и сектор высокотемпературных реакций. В 1991 г. лаборатория экстракционных и сорбционных процессов была преобразована в лабораторию экстракции и ионометрии. За последние годы в институте появилось несколько новых научных подразделений: лаборатория структурно-химического модифицирования полимеров (1989 г.), лаборатория термодинамики органических веществ (в 1991-1992 гг. — сектор), лаборатория физико-химии поверхности (в 1991-1996 гг. — сектор), лаборатория химии драгоценных металлов (1995 г.) и лаборатория биохимии лекарственных препаратов (1996 г.). Значительные изменения в структуре института явились следствием, с одной стороны, естественного развития института, с другой — появлением новых задач перед научными учреждениями республики после распада СССР, которые раньше относились к компетенции союзных отраслевых научно-исследовательских организаций.

В настоящее время в состав института входит 15 научных подразделений: лаборатории физической химии и модификации целлюлозы (заведующий — академик НАН Беларуси Ф.Н. Капуцкий), растворов целлюлозы и продуктов их переработки (кандидат химических наук Д.Д. Гриншпан), структурно-химического модифицирования полимеров (доктор химических наук Л.П. Круль), термодинамики органических веществ (про-

фессор Г.Я. Кабо), химии конденсированных сред (кандидат химических наук О.А. Ивашкевич), химии тонких пленок (профессор Г.А. Браницкий), химии фотографических процессов (доктор химических наук С.К. Рахманов), физической химии твердого тела (кандидат химических наук Е.Н. Наумович), физико-химии поверхности (кандидат физико-математических наук А.В. Юхневич), газовых сенсоров и систем мониторинга (кандидат химических наук В.Г. Гуслев), экстракции и ионометрии (кандидат химических наук В.В. Егоров), химии драгоценных металлов (кандидат химических наук Г.М. Корзун), биохимии лекарственных препаратов (доктор биологических наук В.М. Шкуматов), сектор огнетушащих материалов (кандидат химических наук В.В. Богданова) и сектор высокотемпературных реакций (кандидат химических наук С.В. Левчик), а также аппарат управления.

Структура института постоянно изменяется, адаптируясь к реальным условиям, в которых функционирует сегодня научное учреждение. Наряду с традиционными отделами, лабораториями и секторами, которые составляют основные элементы структуры института, в последнее время получили развитие новые формы: научно-инженерные и научно-производственные центры, а также лаборатории двойного подчинения. В 1997-1998 гг. на базе научных подразделений института, химического факультета и других подразделений БГУ созданы Химико-аналитический центр БГУ, Научно-производственный центр по проблемам малотоннажной химии и Научно-производственный центр по химии драгоценных металлов БГУ. На базе группы по малотоннажной химии института и кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов Белорусского государственного технологического университета создана лаборатория стабилизации пластмасс, резин и волокон двойного подчинения, а на базе лаборатории физической химии и модификации целлюлозы и Борисовского завода медпрепаратов создана химико-фармацевтическая лаборатория. Главная задача данных структур — создание собственной производственной базы для практической реализации прикладных разработок института и химического факультета, а также привлечение к решению этих задач научно-технического потенциала коллективов других научных организаций.

Следует отметить, что с момента организации института и по настоящее время институт и химический факультет представляют собой по существу единое научно-учебное объединение. При образовании института шесть из девяти лабораторий возглавляли заведующие кафедрами химического факультета. Значительная часть научных исследований выполняется по единой тематике, большое число преподавателей, аспирантов и студентов ежегодно участвует в выполнении научно-исследователь-

ских работ института, а многие сотрудники института принимают самое активное участие в учебном процессе.

Наиболее тесное взаимодействие научные подразделения института осуществляют с кафедрами неорганической, физической, аналитической химии, а также общей химии и методики преподавания химии. Это взаимодействие выражается, с одной стороны, в привлечении кадрового потенциала химического факультета к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ института, с другой стороны, в привлечении большого числа высококвалифицированных сотрудников института к подготовке специалистов химического профиля на двух уровнях: 1) учебная и научно-исследовательская работа со студентами и 2) подготовка кадров высшей квалификации (докторов, кандидатов, магистров).

К основным видам педагогической деятельности, которые осуществляются лабораториями института и отдельными сотрудниками, можно отнести следующие: чтение лекций (спецкурсов); организация и проведение на экспериментальной базе подразделений института лабораторных и практических занятий (по рентгенографии, электронной микроскопии, электрографии, ИК-спектроскопии, калориметрии, термометрии, хроматографии и др.), а также выполнение курсовых и дипломных работ; привлечение студентов к выполнению плановых научно-исследовательских работ института (в т. ч. на платной основе); обеспечение двухуровневой подготовки студентов (магистров) по развиваемым в институте направлениям путем организации обучения небольших групп и отдельных студентов по таким дисциплинам как прикладная квантовая химия, математические методы химической кинетики, электрохимическая физика, техническая термодинамика, методы структурно-химического модифицирования полимеров и др.; подготовка студентов по новым специальностям и специализациям ("Химическая термодинамика и энергосбережение", "Химия лекарственных веществ", "Экология" и др.). Сотрудниками института в соавторстве с преподавателями Белгосуниверситета издано 8 учебных пособий для студентов химических специальностей.

На протяжении всего времени существования института проводится целенаправленная работа по подготовке кадров высшей квалификации. В 1978-1997 гг. на научной базе института подготовлено и защищено 11 докторских и 106 кандидатских диссертаций. Помимо удовлетворения собственных потребностей в кадрах высшей квалификации, научные подразделения института постоянно поставляют высококвалифицированных специалистов на должности преподавателей химических специальностей и в значительной степени устраняют трудности в подборе преподавательского состава. Так, только в 1990-1997 гг. перешли на работу в подразделения Белгосуниверситета 2 доктора и около 20 кандида-

тов наук, подготовивших диссертации в институте. Кроме этого еще более десяти докторов и кандидатов наук перешли на работу в другие организации и учреждения республики (Государственный Высший Аттестационный Комитет Беларуси, Госкомитет по науке и технологиям, Министерство иностранных дел, Таможенный комитет, Белорусский государственный технологический университет и др.).

В результате тесного взаимодействия с кафедрами научные подразделения института постоянно пополняются лучшими выпускниками химического факультета, многие из которых впоследствии защищают диссертационные работы. Именно таким путем в институте решается кадровая проблема, и в настоящее время все научные подразделения укомплектованы высококвалифицированными специалистами.

Численность сотрудников института за двадцать лет изменялась следующим образом: в течение первых десяти лет наблюдался плавный рост, который достиг максимума в 1989 г. (353 человека), в последующие 5 лет численность сотрудников сокращалась, а с 1994 г. кадровый состав института стабилизировался. В то же время число докторов и кандидатов наук непрерывно росло в течение первых десяти лет, после чего стабилизировалось на отметке 70-80 человек. В настоящее время в штате института состоит 230 работников, в том числе 150 научных сотрудников, включая 7 докторов и 72 кандидата наук. Кроме этого к проведению научных исследований в институте ежегодно привлекается более двухсот совместителей, из них более 30-ти — доктора и кандидаты наук.

Созданный в институте научный и кадровый потенциал позволил ему выдвинуться в число ведущих научных учреждений химического профиля республики. В 1991-1995 гг. НИИ ФХП являлся головной организацией по республиканской комплексной программе фундаментальных исследований "Твердофазные реакции" (научный руководитель — В.В. Свиридов), а с 1996 г. он является головной организацией по двум межвузовским программам фундаментальных исследований: "Химия наноструктурированных систем", которая входит самостоятельным разделом в государственную программу фундаментальных исследований "Вещество" (научный руководитель — В.В. Свиридов), и "Химия драгоценных металлов" (научный руководитель — С.К. Рахманов). В 1991-1996 гг. институт возглавлял один из разделов республиканской научно-технической программы 43.01р "Лекарственные препараты", а с 1997 г. — является головной организацией-исполнителем государственной научно-технической программы с одноименным названием (научный руководитель — Ф.Н. Капуцкий).

В последние годы коллектив института выполняет большую работу в интересах органов государственного управления и регулирования

(Министерство экономики, Министерство финансов, Министерство промышленности, Комитет государственного контроля, Совет безопасности, Таможенный комитет и др.) по разработке нормативных документов, концепций, программ и т.п.

Значительно расширилось сотрудничество научных подразделений института с зарубежными партнерами, среди которых наиболее тесные контакты установлены с Термодинамическим исследовательским центром Техасского А&М университета (США), Туринским университетом (Италия), Тюбингенским университетом (Германия), Институтом прикладной физики университета г. Карлсруэ (Германия), Хан-Мейтнер институтом (г. Берлин, Германия), Институтом физической химии Гамбургского университета (Германия), Бруклинским политехническим университетом (г. Нью-Йорк, США), Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна, Российская Федерация) и др.

По результатам выполненных исследований сотрудниками института опубликовано более 5000 научных трудов, в том числе 21 монография и 2570 статей. Созданные в институте разработки защищены 775 авторскими свидетельствами СССР и патентами на изобретения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как уже отмечалось выше, исследования, выполняемые в институте, являются логическим развитием исследований, которые выполнялись на химическом факультете Белгосуниверситета до создания института, и по целому ряду направлений связаны с исследованиями, проводившимися на кафедрах факультета после создания института и выполняемых в настоящее время. Поэтому содержание ряда обзоров научной деятельности химического факультета, опубликованных, главным образом, в связи с различными юбилейными датами [1-3], в известной мере имеют отношение к работам института, характеризуя фазу их развития в период до создания института и особенности научного взаимодействия института с факультетом в последние 20 лет. Основные итоги работ, выполненных в институте за первые десять лет его существования, рассмотрены в обзоре [4], а по отдельным направлениям — в обзорах [5-10].¹

Наличие перечисленных обзоров облегчает задачу авторов данной статьи в формулировании основных итогов научной деятельности института. Дополнительно эта задача облегчается тем, что данный сборник обобщает значительную часть исследований, выполненных в институте по отдельным направлениям. Это позволяет в данной статье результаты мно-

гих исследований рассматривать лишь схематично, без попыток дать оценку их новизны, научной и практической значимости.

Имея в виду, что формулировка развиваемых научных направлений существенно трансформировалась за время существования института, а содержание исследований по различным направлениям в значительной мере соприкасаются между собою, авторы не пытались группировать результаты, о которых будет идти речь ниже, в соответствии с этими формулировками.

Химия целлюлозы и ее производных. Исследования в данном направлении выполнялись под общим руководством академика НАН Беларуси Ф.Н. Капуцкого с участием в руководстве Т.Л. Юркштович, И.А. Башмакова, Е.В. Герта и, начиная с конца 80-х годов, по отдельным более узким направлениям — под научным руководством Д.Д. Гриншпана и члена-корреспондента НАН Беларуси Г.Л. Старобинца.

В лаборатории физической химии и модификации целлюлозы объектом фундаментальных исследований явились лабильные производные химической и сорбционной природы, поскольку их образование характерно для процессов переработки целлюлозы с участием оксидных соединений азота (прежде всего N_2O_4). В результате, впервые получены сведения об условиях и кинетических закономерностях образования нитрата целлюлозы, соединений Кнехта и других неустойчивых производных, а также о способах выделения, идентификации и стабилизации, особенностях кристаллической структуры, участии в структурной реорганизации самой целлюлозы. Исходя из накопленных знаний, предложен ряд новых способов получения важных в практическом отношении целлюлозных материалов: сульфо-, ацетоэфиров, эффективных сорбентов (в том числе ионообменных) в волокнистой и микрокристаллической формах. Оригинальность найденных технических решений базируется на рациональном использовании свойств образующегося в системе лабильного производного и многофункциональности основного реагента — оксидного соединения азота.

Разработаны принципы и подходы к процессам модификации целлюлозы и других полисахаридов с целью создания на их основе эффективных лекарственных препаратов пролонгированного типа действия. Выбор природных полисахаридов в качестве носителя и пролонгатора действия лекарственных веществ связан с тем, что их макромолекулы не содержат структурных единиц, обуславливающих токсикологические проявления как самих полимеров, так и продуктов их биодegradации, а высокая реакционная способность в процессах химической модификации позволяет получать многочисленные производные с заданными свойствами.

В рамках решения этой задачи проведены углубленные комплексные исследования физико-химических, механических и медико-биологических свойств модифицированных полисахаридов. В частности, исследованы процессы набухания, кислотные свойства окисленной целлюлозы в воде и бинарных водно-органических средах, ее сорбционная способность по отношению к различным классам низко- и высокомолекулярных лекарственных веществ. Особое внимание было уделено изучению природы взаимодействия модифицированных полисахаридов с биологически активными веществами и ее влияния на скорость релиза лекарственного компонента из препарата в биологические среды. Предложены научно обоснованные подходы к одновременной иммобилизации на модифицированных полисахаридах нескольких лекарственных веществ для получения препаратов комбинированного терапевтического действия.

В результате выполненных исследований на Борисовском заводе медпрепаратов в последние годы создана научно-технологическая база для организации производства широкого круга лекарственных препаратов. В частности, разработаны и внедрены технологические процессы получения рассасывающихся при имплантации в организм препаратов гемостатического действия ("Поликапран"), гемостатического и пролонгированного антимикробного действия ("Пленка с линкомицином"). Для остановки наружных кровотечений создан препарат "Боминакс", имеющий порошковую форму и образующий при контакте с кровью ачелку, закрывающую раневую поверхность и препятствующую кровотечению.

Разработаны технологические процессы переработки отходов производства поликапрана и пленки с линкомицином в гидрофильные мази "Этоний-ПК" и "Линкоцел", обладающие выраженным антимикробным и антисептическим действием и стимулирующие процессы заживления. Создан препарат "Феранцел", сочетающий гемостатическое, антимикробное и протеолитическое действия. На стадии клинических испытаний находится препарат на основе модифицированного крахмала "Нитрамил", обладающий антиагрегантными, антикоагулянтными и антиаритмическими свойствами. Проводятся исследования по влиянию условий модификации хлопчатобумажных и вискозных нитей на их физико-химические, прочностные и медико-биологические свойства. Целью этих исследований является создание отечественного рассасывающегося хирургического шовного материала, соответствующего по своим характеристикам лучшим мировым аналогам (нити Vicril, Dexson).

Разработаны методы синтеза сульфоэфиров полисахаридов, обладающих гепариноидным действием, что представляет интерес для лечения сосудистых патологий. Создан препарат на основе сульфата маннана

для терапии атеросклероза, активность и безвредность которого подтверждена клиническими испытаниями.

Созданы необходимые предпосылки для организации в Беларуси производства собственных целлюлозных полуфабрикатов на базе сельскохозяйственного сырья - соломы однолетних растений (злаковых, масличных и др.), в том числе произрастающих в зонах радиоактивного загрязнения. В основу разработки положено использование дешевых и доступных местных сырьевых и реагентных ресурсов. Исходя из экономической и экологической целесообразности предпочтение отдано нетрадиционному (азотнокислому) способу делигнификации. Высокая реакционная способность азотной кислоты по отношению к лигнину определяет преимущества процесса: скорость, умеренную температуру, атмосферное давление. Хорошая растворимость азотнокислых солей минеральной составляющей растительной ткани обеспечивает наиболее эффективный транспорт из нее радионуклидов и выделение в чистом виде не только полисахаридной компоненты, но и образующегося нитролигнина, который также имеет практическую ценность. Кроме того, предусматривается использование одного и того же реагента — азотной кислоты — как на стадии варки растительного сырья, так и на стадии последующей отбелки получаемой целлюлозы. Это существенно упрощает технологическую схему и исключает из нее традиционный отбеливатель — хлор — источник мутагенных диоксинов. Качественные показатели целлюлозных материалов, полученных в лабораторных и производственных условиях, свидетельствуют об их перспективности для широкого практического применения.

Исследованы закономерности термических твердофазных превращений сложных солей карбоксилированной целлюлозы и разработан метод получения на их основе ферритов, твердых электролитов и других металлооксидных соединений. В частности, синтезированы монокристаллические и поликристаллические волокна $YBa_2Cu_3O_7$ толщиной 5-10 мкм и жгуты толщиной 25-100 мкм, а также изготовлены простейшие изделия для криоэлектроники в виде микросоленоидов, замкнутых контуров, мостиков, имеющие следующие критические параметры: $T = 90 \text{ K}$, $J = 5 \cdot 10^3 \text{ A/cm}^2$.

На основе микросеток с гексагональной симметрией ячеек из нитроцеллюлозы и карбоксилированной нитроцеллюлозы, допированных неорганическими компонентами, получены углеродные, карбидные (SiC), металлические (Co, Ni) и металлооксидные ($YBa_2Cu_3O_7$, ...) сетчатые структуры, предназначенные для использования в качестве функциональных элементов мезоскопической электроники. Особенность предлагаемой методики состоит в том, что она позволяет проводить синтез неорганического соединения и изготовление из него простейших изделий в едином технологическом цикле.

В лаборатории растворов целлюлозы и продуктов их переработки изучен новый класс неводных растворителей целлюлозы. Установлен сольватационный механизм растворения целлюлозы в смесях электронодонорных растворителей с оксидами азота (IV), предложены единые критерии оценки растворяющей способности водных и неводных систем по отношению к природному полимеру и дана общая концепция сольватационного механизма перевода целлюлозы в растворенное состояние в растворителях различной химической природы.

Исследованы реологические свойства разбавленных и концентрированных растворов целлюлозы и ее смесей с синтетическими полимерами; предложен и осуществлен принципиально новый метод стабилизации растворов смесей полимеров, предусматривающий введение в раствор пересаженной смеси исходных компонентов.

Разработаны новые способы растворения целлюлозы, исключющие стадию ее предварительного набухания. Получены концентрированные растворы целлюлозы, пригодные для переработки в волокна, нити, пленки и полупроницаемые мембраны различного назначения: для диализа, гемодиализа, ультра- и микрофльтрации, электрофореза, ионоселективных электродов, ферментных датчиков химических источников тока, разделения полярных и неполярных газов. Разработаны и реализованы в промышленных масштабах новые технологические процессы получения пленочно-тканевых фильтровальных материалов, пригодных для изготовления рукавных молочных фильтров, фильтров для кофеварок, патронных фильтровальных устройств высокой производительности по воде и водно-спиртовым растворам. Впервые в мире на промышленном оборудовании осуществлен гомогенный синтез водорастворимого производного целлюлозы — сульфоацетата, на основе которого разработан целый ряд высокоэффективных препаратов: средство для укладки волос и фиксации прически, быстрораспадающиеся угольные таблетки, мази и гели пролонгированного действия и т.п.

Разработан принципиально новый способ получения сложных эфиров целлюлозы в растворе, предусматривающий протекание одновременно двух процессов: десольватации целлюлозы и ее этерификации, что позволило синтезировать низкозамещенные производные целлюлозы с равномерным распределением заместителей и полной растворимостью в водных или водно-органических средах. В водных растворах целлюлозы в хлориде цинка впервые зафиксированы упорядоченные структуры, которые образует растворенный полимер с растворителем — кристаллосольваты целлюлозы. Получены сверхконцентрированные растворы натриевой соли сульфоацетата целлюлозы в воде — более 50%, что указывает

на возможность фиксации жидкокристаллического состояния полимера и формования изделий с новым комплексом свойств.

Ряд важных результатов по научным и прикладным проблемам химии целлюлозы рассмотрен в статьях №№ 2-5 данного сборника.

Химия синтетических полимеров. Работы в данной области велись широким кругом исследователей в нескольких научных подразделениях института.

Систематические исследования в области структурно-химического модифицирования синтетических полимеров были начаты в лаборатории модификации и стабилизации полимеров под руководством П.А. Матусевича (1978-1982гг.), а затем продолжены в лаборатории структурно-химического модифицирования полимеров под руководством Л.П. Круля. В результате выявлена основная структурная особенность модифицированных полимерных материалов — микрогетерогенность на коллоидно-химическом уровне организации структуры, разработаны методы ее экспериментального исследования, а также найден интегральный параметр, характеризующий микрогетерогенную структуру — энергия межцепного взаимодействия и связанная с нею подвижность макромолекул. Разработаны общие принципы модифицирования важнейших физико-химических свойств синтетических полимеров, позволяющие в ряде случаев получать материалы с заранее заданными характеристиками. Установлено, что в основе изменения важнейших свойств полимеров при модифицировании лежит изменение энергии межмолекулярного взаимодействия.

Исходя из этого, был разработан ряд принципиально новых полимерных материалов. К их числу относятся электроизоляционные материалы на основе полиэтилена с лабильной трехмерной структурой, термоклеевые порошки на основе термопластов, клеи-расплавы с новыми адгезионно-активными добавками, водорастворимые полимеры на основе продуктов переработки отходов производства полиакрилонитрильных волокон, а также супернабухающие полиэлектролитные гидрогели.

На основе выполненных исследований в республике налажено промышленное производство термоклеевых порошков из местного сырья — полиэтилена, а также низкоплавкого полиэфира. Полученные термоклеевые порошки нашли применение при защите металлов от коррозии и при создании новых композиционных полимерных материалов. Использование разработанных порошков в технологии получения прокладочных материалов, предназначенных для производства высококачественной одежды и обуви, позволило отказаться от закупок дорогостоящих импортных порошков. Кроме того, организовано промышленное производство нового водорастворимого полимера на основе продуктов щелочного гидролиза от-

ходов производства полиакрилонитрильных волокон, который нашел практическое применение в качестве импортозамещающего клея для приклеивания бумажных этикеток к стеклянной таре, связующего, а также в качестве исходного сырья для получения суперводонабухающих полиэлектролитных гидрогелей, используемых в сельскохозяйственной практике.

Более подробно результаты исследований по проблемам модификации полимеров анализируются в статье № 6 данного сборника.

В лаборатории физической химии и модификации целлюлозы обоснованы принципы и созданы методики получения мембран для ультра- и микрофильтрации из растворов смесей целлюлозы и синтетических полимеров (полисульфон, полиэферы и др.) с регулируемыми радиусами пор. Разработаны способы получения анизотропных мембран на основе промышленно выпускаемых текстильных тканей. В дальнейшем работы в области разработки ультрафильтрационных мембран различных типов были продолжены в ИФОХ НАН Беларуси А.В. Бильдюкевичем.

В.П. Мардыкиным с сотрудниками проведены исследования по синтезу и свойствам эфиратных систем, а также по их применению в полимеризационных процессах, что позволило за счет использования специфического метода модифицирования каталитических систем — комплексообразования — разработать эффективные алюминийорганические и алюминий-магнийорганические катализаторы процессов полимеризации. Результаты проведенных исследований легли в основу промышленного производства олигопиперилена на Стерлитамакском АО "Каучук" и нефтеполимерной смолы на основе фракции С⁹ на Борисовском АО "Лесохимик", которые применяются в качестве пленкообразователей в лакокрасочных материалах вместо растительных масел. Более подробно сведения о сказанном можно найти в статье № 8 в данном сборнике.

В секторе элементоорганических соединений выполнялись систематические исследования по синтезу и изучению свойств широкого круга алкилалюминиевых и смешанных алкилалюминий-магниевых соединений с различными радикалами (линейные алкильные радикалы С²-С¹⁰, циклические, алкенильные). Была показана перспективность некоторых из этих соединений в качестве катализаторов стереоспецифической полимеризации стирола и при получении сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Под руководством Т.С. Притыцкой осуществлен синтез ряда алкоксипроизводных титана, алюминия, бора, в том числе содержащих фосфорорганические заместители и остатки высших карбоновых кислот, которые могут быть использованы в качестве аппретов, характеризующихся повышенной гидролитической стабильностью, растворимостью и другими полезными свойствами. Некоторые соединения оказались высокоэффективными модификаторами полимерных композиционных материа-

лов на основе эпоксидных смол и компонентами каталитических систем, функционирующих в процессе полимеризационного наполнения олефинов и стирола. Разработаны новые композиционные материалы, обладающие улучшенными эксплуатационными свойствами: высоконаполняемые полимерные композиции, герметизирующие и клеевые составы с избирательными адгезионными характеристиками и др.

Физико-химия конденсированных систем. Исследования в данной области начались еще до создания института на кафедре неорганической химии и продолжают выполняться в институте с 1978 г. под общим научным руководством А.И. Лесниковича. Руководители отдельных разделов этих исследований — О.А. Ивашкевич, П.Н. Гапоиик, С.А. Воробьева, С.В. Левчик, В.В. Богданова.

Изучаемые объекты и конкретные решавшиеся научные и прикладные задачи на начальном этапе работ определялись интересами химии и технологии твердых ракетных топлив и выполнялись совместно с одним из головных в СССР научных учреждений по этой проблеме — Алтайским НИИ химической технологии. В дальнейшем круг как научных, так и прикладных задач расширился и основной направленностью работ стало изучение компонентов различных горючих систем, физико-химических свойств этих систем, особенностей и закономерностей горения и термически стимулируемых химических превращений. При этом большое внимание уделялось изучению ряда общенаучных задач, значение которых выходит за рамки создания новых горючих систем.

В начале 90-х годов в результате конверсии произошла переориентация проводимых исследований в направлении решения гражданских нужд, что не привело, однако, к изменению их научной направленности. В частности, исследования в области регулирования процессов горения трансформировались в работы, направленные на разработку и создание новых классов антипиренов, оригинальных подходов к получению продуктов на основе высокодисперсных неорганических компонентов, а также на синтез и изучение структуры и свойств различных производных тетразолов, представляющих интерес не только как перспективные исходные вещества для получения компонентов твердых ракетных композитов, но и как соединения, представляющие более широкий интерес.

В последние годы исследования в области физико-химии конденсированных систем ведутся в трех направлениях:

- 1) Физико-химия процессов термического разложения и горения конденсированных систем. Поскольку такого рода системы содержат, как правило, полимерный компонент, то в рамках этих работ решается ряд важных задач химии полимеров.

- 2) Химия высокодисперсных твердых веществ. Исследования в этом направлении соприкасаются с работами в области высокодисперсных и наноструктурированных систем, о которых речь шла выше в данной статье.
- 3) Химия и физико-химия тетразола и его производных. Эти исследования связаны с решением задач начавшего развиваться в институте направления по созданию научных основ тонкого химического синтеза.

Среди наиболее существенных результатов проведенных исследований можно отметить следующие.

Найдены новые пути управления кинетической стабильностью конденсированных систем, содержащих одновременно горючие компоненты и окислитель; выявлены принципы регулирования параметров горения различных гетерогенных конденсированных систем; исследованы процессы горения таких систем с целью реализации в волне горения условий для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза; разработаны новые высокоэффективные компоненты топлив, характеризующихся одновременно значительной энергоемкостью и высокой термостабильностью.

Экспериментально выявлены важнейшие реакции, протекающие при горении конденсированных систем разного типа, найдены пути воздействия на эти реакции и на процесс горения, что послужило основой для разработки огнеретардантов и сиергистов к ним, повышающих пожаробезопасность синтетических полимерных материалов.

Обнаружен размерный эффект в регулировании скорости горения с использованием катализаторов и ингибиторов, позволивший выработать универсальный подход к повышению их эффективности.

Разработаны методы получения, получены и исследованы коллоидные растворы на основе ультрадисперсных металлов и оксидов, которые нашли применение в качестве регуляторов внутрибаллистических характеристик смесевых твердых ракетных топлив и баллистических порохов, рентгеноконтрастных нейтронозахватных магнитных жидкостей для лечения злокачественных новообразований и рентгеновской диагностики, компонентов магнитно-абразивных инструментов, присадок к моторным маслам, материалов для судебно-криминалистической экспертизы.

Предложен метод химического осаждения металлов и оксидов в двухфазных системах, позволяющий целенаправленно, изменяя место проведения реакции, управлять составом, структурой и дисперсностью осаждаемых соединений, что создает предпосылки для получения неорганических веществ с регулируемыми свойствами, синтез которых в гомогенных средах затруднен или невозможен.

Открыто и изучено явление жидкопламенного горения — новый тип самоорганизации процесса горения. Найдены соединения (системы),

способные к такому горению (в основном — производные тетразола), а также к самораспространяющемуся высокотемпературному разложению — особой форме горения, на основе которой предложены химические генераторы различных газов для использования в экстренных ситуациях.

Одновременно проводились исследования по выявлению закономерностей процессов термического разложения как индивидуальных компонентов, так и сложных композитов.

Предложен и развит метод изопараметрических соотношений, использованный, в частности, для определения инвариантных кинетических параметров, и показана его связь с общими приемами улучшения обусловленности обратной кинетической задачи. Метод решения обратной задачи неизотермической кинетики для простых и некоторых сложных реакций конденсированных веществ используется и развивается в стране и за пределами СНГ. С использованием этого метода изучены термopреращения ряда конденсированных систем на полимерной основе, различающихся своей способностью к горению (смесевые твердые топлива, пороха, пиротехнические составы, пластмассы бытового и промышленного назначения). Показано, что метод изопараметрических соотношений применим для систематизации, аккумулирования экспериментальных данных, интерпретации и предсказания практически важных характеристик горения и сложных химических реакций.

В рамках направления по синтезу соединений класса азолов разработаны методы синтеза мономерных соединений — производных тетразола, перспективных для создания новых горючих композитов, осуществлен синтез новых высокоэнергетичных полимеров и изучены их свойства. Найдены подходы к селективному алкилированию 5й-тетразолов в положения "1" и "2" цикла, что открывает широкие возможности для целенаправленного синтеза многих 1- и 2-моно-, а также 1,5- и 2,5-дизамещенных тетразолов. Оценена СН-кислотность 5-незамещенных тетразолов и показана возможность легкого протекания ряда электрофильных реакций по СН-группировке цикла 1Я-тетразолов (аминометилирование, йодирование, меркурирование). С учетом доступности 1Я-тетразолов этот путь представляет интерес для введения функциональных групп в положение "5" тетразольного цикла. Определена основность и изучены реакции кватернизации и комплексообразования М-замещенных тетразолов с солями переходных металлов. Показано, что комплексообразование с солями переходных металлов является удобным путем для разделения и очистки изомерных 1- и 2-замещенных тетразолов. Обнаружено явление ферромагнитного упорядочения спинов в комплексах SiC^{12} с 1-замещенными тетразолами, синтезирован и исследован ряд таких низкотемпературных ферромагнетиков.

С использованием методов квантовой химии, ИК- и ЯМР (^1H , ^{13}C , ^{15}N)-спектроскопии исследован широкий круг производных тетразола. Полученные данные позволяют прогнозировать поведение производных тетразола во многих химических реакциях, что показано, в частности, на примере радикальной полимеризации *C*- и *V*-винилтетразолов и их сополимеризации друг с другом и стандартными мономерами; в результате разработаны методы синтеза полимеров с заданным составом и свойствами. Показано также, что такого типа тетразолсодержащие полимеры могут быть получены полимераналогичными превращениями полиакрилонитрила и его сополимеров. Этот способ синтеза лег в основу промышленной технологии, внедренной совместно с НПО "Алтай" на Ангарском заводе химических реактивов.

Предложен комплексный подход к теоретическому квантово-химическому моделированию фрагментации гетероциклических соединений, позволяющий оценивать кинетические параметры процессов и состав продуктов разложения. Исследованы кинетика и механизм термического разложения тетразола и ряда его производных, а также широкого круга поли-1-винил-5-тетразолов и *V*-замещенных поли-5-винилтетразолов. В результате выполненных исследований сформированы представления о механизме фрагментации производных тетразола, разработаны научные принципы регулирования состава конденсированных и газообразных продуктов термоллиза в зависимости от условий проведения процесса и оценены перспективы использования соединений ряда тетразола в качестве компонентов высокоэффективных топливных композиций, составов для получения ультрафильтрационных мембран, генерирования газов, исходных материалов для получения элементов нанoeлектроники и электропроводящих полимеров.

Развитие работ в области методов исследования конденсированных систем привело к разработке новых автоматизированных комплексов для определения гранулометрического состава различных высокодисперсных систем, газовых анализаторов и систем мониторинга (эти работы ведутся под руководством В.Г. Гуслева и К.К. Коваленко).

Рассмотренные вопросы обобщены в работах №№ 7, 9-11, 14 настоящего сборника.

К области физико-химии конденсированных систем относятся и исследования, выполнявшиеся в институте под руководством доцента В.А. Лишневского. Эти исследования явились продолжением его работ, начатых в конце 50-х годов в Московском государственном университете в научном коллективе, возглавляемом академиком АН СССР Н.Н. Семеновым, в области начавшего формироваться в то время нового важного фундаментального направления химии — химии низкотемпературных реакций. В.А. Лишневский был одним из первых исследователей, наблюдавших рез-

кое увеличение скорости ряда реакций, протекающих в твердой фазе при понижении температуры до температуры жидкого азота.

Впоследствии эти работы были продолжены В.А.Лпшневским на кафедре физической химии БГУ, а в период 1978-1982 гг. выполнялись в возглавляемом им секторе низких температур в НИИ ФХП. В этот период было проведено комплексное исследование с использованием спектроскопических и других методов исследования промежуточных продуктов твердофазных реакций галогенирования и гидрогалогенирования олефинов при температурах около 78 К и найдены новые закономерности низкотемпературных реакций. Были завершены начатые до создания института исследования условий протекания, продуктов и кинетики реакции взаимодействия аммиака и диоксида углерода при низкой температуре и температуре, близкой к комнатной. Эта реакция приводит к образованию карбамата аммония, из которого легко может получаться карбамид.

Заслуживают внимания и выполненные под руководством В.А. Лишневского исследования, относящиеся к области механохимии полимеров, которые позволили выявить неизвестные ранее особенности химических превращений при вытяжке полимеров.

Подробно сведения о рассматриваемых работах приведены в статье № 26 в данном сборнике.

Исследования по проблемам создания новых фотохимических систем записи информации, химии тонких пленок и высокодисперсных веществ. В рамках исследований по основному направлению работ института "Исследование закономерностей химического действия света на твердые тела с целью создания новых материалов для фотохимической записи информации" под общим научным руководством В.В. Свиридова предусматривалось изучение процессов фотохимических превращений в различных тонкопленочных и высокодисперсных системах и визуализации эффектов фотоактивирования с использованием реакций химического осаждения металлов. Отдельные разделы исследований по проблемам химии фотографических процессов и фотохимии, а также начавшие развиваться позднее работы по химии тонких пленок, фотоэлектрохимии и электрохимии полупроводниковых систем, химии высокодисперсных веществ выполнялись и выполняются в настоящее время под руководством Г.А. Браницкого, С.К. Рахманова, Т.Н. Воробьевой, А.И. Кулака, Г.П. Шевченко, Т.В. Гаевской, Л.И. Степановой, Г.А. Рагойши, М.И. Ивановской, В.С. Турина и др.

Исследования в области фотохимии позволили выявить новые ранее неизвестные эффекты фотоактивирования тонкопленочных систем "малые частицы серебра (меди) — иодид свинца и другие иодиды" и

систем "пленки диоксида титана — малые частицы серебра". Изучены закономерности фотохимических процессов в этих системах, а также закономерности известных ранее процессов фотоактивирования поверхности ряда оксидов металлов. Установлены закономерности и изучен механизм фотокаталитического восстановления ионов металлов на поверхности оксидов, завершен ранее начатый (до создания института) цикл исследований свойств фотослоев на основе диоксида титана (порошков и тонких пленок), проявляемых с использованием реакций химического осаждения металлов. Эти фотослои нашли применение для решения некоторых специальных задач фотографии, а также в технологии изготовления фотошаблонов интегральных схем и печатных плат без использования фоторезистов.

Изучены фотографические свойства слоев на основе соединений висмута и тонких пленок $\text{Ag}(\text{Cu})\text{-PbI}_2$ и других аналогичных систем. Завершен цикл ранее начатых исследований фотохимических процессов в гетерогенных фотохромных системах на основе галогенидов металлов и выявлены пути использования их в системах записи информации. Изучены закономерности термического усиления фотохимического эффекта в системах хлорид железа(III) и меди(II) — поливиниловый спирт и разработаны принципы получения термопроявляемых фотографических изображений на этих фотослоях.

Электрохимическими методами изучены свойства малых частиц серебра и других металлов на поверхности полупроводниковых электродов, что позволило выявить ряд особенностей влияния размеров и условий получения малых частиц серебра на их устойчивость и каталитическую активность в различных реакциях и в том числе в реакциях химического осаждения металлов, используемых в процессах несеребряного фотографического проявления.

Разработаны новые подходы к фотографическому проявлению и усилению фотографических изображений на галогенидосеребряных слоях: методики усиления слабых серебряных изображений на фотослоях, содержащих уменьшенное до десяти раз количество галогенида серебра за счет химического осаждения никеля, меди и висмута на слабом серебряном изображении; принципы усиления серебряного изображения посредством окислительно-восстановительного диспергирования, получаемого при проявлении серебра, формирующего серебряное изображение; несколько вариантов получения полихромных фотографических изображений на черно-белых фотослоях путем регулируемого диспергирования серебра в проявленном изображении и его регулируемого осаждения из раствора на центрах проявления; принципы и приемы модифицированного проявления промышленных галогенидосеребряных слоев, обеспечивающего вовлечение в

процесс проявления фотоэмульсионных микрокристаллов с малоактивными центрами скрытого изображения. Ряд вариантов новых технологических процессов химико-фотографической обработки галогенидосеребряных слоев получил широкое практическое применение.

Разработаны технологические принципы фотоселективного осаждения металлов на различные подложки без использования фоторезистов, нашедшие практическое применение в радиоэлектронной промышленности. Выявлены новые закономерности реакций химического восстановления металлов, протекающих в объеме раствора и на твердых поверхностях, закономерности анодной и катодной стадий этих процессов, закономерности и свойства формирующихся при химическом осаждении тонких пленок металлов и некоторых сплавов.

В последние десять лет работы, которые на начальной стадии относились в основном к проблемам создания новых систем записи информации, трансформировались в исследования по более широкой проблеме — химии высокодисперсных и наноструктурированных систем, получаемых с использованием реакций в растворах. Выполняемые в настоящее время исследования по этому направлению относятся к четырем его разделам:

- 1) исследование процессов химического восстановления галогенидов серебра и получения фотографических изображений на галогенидосеребряных слоях (руководитель — С.К. Рахманов);
- 2) химия тонких пленок и нанодисперсных систем, получаемых с использованием реакций химического и электрохимического восстановления (руководитель — В.В. Свиридов);
- 3) химия оксидных и металл-оксидных наноструктурированных систем (руководитель — Г.А. Браницкий);
- 4) электрохимия и фотоэлектрохимия полупроводниковых и молекулярно-организованных систем (руководитель — А.И. Кулак).

В рамках последних трех разделов разрабатываемой в настоящее время проблемы получен ряд существенных результатов, относящихся к выяснению закономерностей формирования и изучению структуры и свойств важных в практическом отношении ультрадисперсных и наноструктурированных систем (в основном в виде тонких пленок).

Изучены закономерности и свойства ряда сплавов металлов, получаемых химическим и электрохимическим восстановлением. Обнаружен ряд специфических свойств образующихся пленок металлов и сплавов и путей управления структурой и свойствами этих пленок. Разработан ряд технологических процессов получения путем химического и электрохимического восстановления металлических защитных, функциональных и декоративных покрытий, представляющих практический интерес для раз-

личных областей техники. Коррозионноустойчивые пленки никель-бор, имеющие аморфную структуру, нашли применение вместо золотых на ряде предприятий при изготовлении печатных плат. Пленки никель-бор-ультрадисперсный алмаз и никель-вольфрам представляют интерес для изготовления металлорежущего инструмента.

В рамках исследований закономерностей протекания реакций химического осаждения металлов в объеме раствора изучены особенности и выявлены условия регулируемого получения зольей ряда металлов и наноструктурированного волокнистого материала из ферромагнитных никеля, кобальта и их сплавов, представляющих интерес, в частности, для создания новых материалов, поглощающих СВЧ-излучение.

В развитие исследований реакций химического осаждения в растворах выполнен ряд работ по синтезу кваптоворазмерных полупроводников, изучены их физические свойства, выполнены и выполняются в настоящее время работы по квантовохимическому расчету полупроводниковых и металлических кластеров с различным количеством атомов с целью установления связи между размерами кластеров и их физическими и химическими свойствами.

Разработан новый вариант золь-гель технологии получения тонких пленок оксидов и металлоксидных систем, а также методы получения этих пленочных структур путем пиролиза пленок на основе нелетучих труднокристаллизуемых солей металлов. Натцены новые подходы к созданию пленочных катализаторов, представляющих собой носители с осажденным на их поверхности пленочным панокомпозитом металл-оксид.

Заводские испытания показали пригодность использования катализатора серебро-шшмосиликат с небольшим содержанием серебра (6%) при промышленном синтезе формальдегида из метанола вместо применяемых в настоящее время катализаторов, содержащих 40% серебра, изготавливаемых с использованием дефицитного носителя, причем разработанные катализаторы не потеряли своей активности после семимесячного функционирования в промышленном реакторе синтеза формальдегида.

Созданы технологические приемы получения газовых термокаталитических и полупроводниковых сенсоров с различной активностью и селективностью на различные газы. Было организовано производство малыми сериями сенсоров для определения горючих газов, паров спирта и других веществ в газовых смесях.

Установлены закономерности различных фотоэлектрохимических процессов в полупроводниковых системах и системах полупроводник-малые частицы металла, процессов спектральной сенсбилизации различными красителями, нанесенными на поверхности тонкопленочных полупроводниковых электродов. Разработаны принципы фотоэлектрохимической

записи информации и в том числе с использованием эффекта усиления за счет включения в систему записи лгмпспесирующих красителей.

Выполнен цикл исследований по проблемам электрохимии и фотоэлектрохимии наноструктурированных и молекулярно-организованных систем, включающих электропроводящие полимеры и кваптоворазмерные полупроводники. Разработаны принципы создания эффективных магнитоизвлекаемых фотокатализаторов на основе диоксида титана, перспективных для использования в системах фотохимической очистки водных растворов от органических загрязнений.

Обнаружен и изучен нелинейный эффект протекания ряда электрокаталитических реакций на наноструктурированных металлических электродах в колебательном режиме.

Определенное место в электрохимических исследованиях занимает разработка принципов электрохимического получения тонких пленок халькогенидов металлов, их твердых растворов и сверхструктур на основе халькогенидных систем.

Более подробно сведения о полученных до настоящего времени результатах исследований по перечисленным вопросам и соображения о перспективах их дальнейшего развития приведены в серии из семи статей в данном сборнике (№№ 15-19, 21, 24).

Химия неорганических материалов. Исследования в данной области были начаты на кафедрах физической и неорганической химии в конце 60-х годов и получили дальнейшее развитие в нескольких научных подразделениях института. Все они объединяются тем, что относятся к важнейшему и быстро развивающемуся во всем мире научному направлению — химии материалов.

В лаборатории физической химии твердого тела исследования велись под руководством профессора А.А. Вечера. Руководители отдельных разделов исследований — А.С. Скоропанов, П.П. Жук, Е.Н. Наумович, Г.И. Курпевич.

Были продолжены начатые на кафедре физической химии исследования в интересах Ракетно-космической корпорации "Энергия" (г. Королев, Московская область) по определению стойкости керамических материалов в жидком и парообразном литии при температурах до 1500°С и ресурсах до 3000-10000 часов, в результате чего были выработаны критерии оценки ресурса этих материалов при длительных космических полетах. Созданы стенды для моделирования воздействия составляющих верхней земной атмосферы на конструкционные материалы космической техники, которые функционируют до настоящего времени.

Дальнейшее развитие получили работы в области физической химии кислородионпроводящих твердых электролитов. В 80-х -90-х гг. был

исследован широкий спектр керамических материалов со структурами перовскита, перовскитоподобных типов (браунмиллерита, фаз Аурвиллиусовского типа), флюорита и пирохлора. К числу исследованных материалов можно отнести твердые растворы на основе манганитов, кобальтитов лантана-стронция, галлата лантана, висмутата бария, диоксида церия и оксида висмута. Более 100 новых материалов было синтезировано и изучено впервые. Результаты, полученные при изучении физико-химических и электрохимических свойств сложных оксидов, создают основу для создания сильноточковых электрохимических устройств, в первую очередь высокотемпературных твердооксидных топливных элементов (SOFC), не содержащих драгоценные металлы. В настоящее время лаборатория располагает рядом уникальных электрохимических устройств, позволяющих исследовать процессы переноса кислорода под действием разности химического потенциала в оксидной керамике при высоких температурах. Некоторые из результатов, полученных в области высокотемпературной электрохимии сложных оксидов, рассмотрены в статье № 20 данного сборника.

Выполнен цикл исследований термодинамических свойств неорганических веществ различной природы (сплавы металлов, фториды, оксиды, соли) с целью прогнозирования свойств и поведения новых материалов, использующихся в различных устройствах новой техники. В частности, с помощью твердоэлектролитной ячейки были исследованы границы существования твердых растворов кислорода в тугоплавких металлах. Полученные данные были использованы при создании системы "Буран".

Исследованы закономерности фазовых и структурных превращений большого числа халькогенидов при высоких (50-100 кбар) давлениях, в результате чего разработаны физико-химические принципы создания точечных реперных датчиков давления, позволяющих контролировать процесс получения искусственных алмазов и существенно повысить их выход.

Исследования в области физико-химии слоистых соединений включения графита позволили разработать относительно простые и высокоэффективные технологические приемы получения используемых в машиностроении изделий сложной формы из термически расщепленного графита.

В ходе выполнения работ прикладного характера были разработаны новые типы аппаратуры для физико-химических исследований, в частности, представляющих интерес для решения технических задач, связанных с развитием в СССР промышленности твердых ракетных топлив и других горючих систем. В процессе подбора твердых охладителей для пороховых генераторов сжатых холодных газов был разработан автоматизированный калориметр на основе принципа тройного теплового моста, программное обеспечение которого позволяет измерять не только теп-

лостности веществ в интервале $-100-400^{\circ}\text{C}$, но и энтальпии химических реакций, определять состав газовой фазы при протекании гетерогенных реакций типа твердое тело-газ и в ряде случаев исследовать макрокINETИКУ гетерогенных химических реакций, например, кинетику твердения минеральных связующих.

В лаборатории физико-химии поверхности под руководством А.В. Юхневича проводятся исследования микроструктуры поверхности монокристаллов полупроводников, преимущественно поверхности высокосовершенных монокристаллов кремния. С помощью оптической, электронной и зондовой микроскопии изучены геометрические и электронные характеристики поверхностей, подвергнутых воздействию различных физико-химических факторов, таких как адсорбция, растворение в химически активных газах и жидкостях, плазмохимическая обработка. Выявлены неизвестные ранее особенности атомной структуры малоизученных поверхностных кластеров, а также новые закономерности в процессах их формирования. В ходе исследования адсорбции в высоком вакууме атомов щелочных металлов на поверхности монокристаллов кремния установлены основные особенности спектра электронных энергетических состояний поверхностных кластеров, сформированных на основе одиночных атомов металла. Данный цикл исследований послужил основой для разработки миниатюрных полупроводниковых химических сенсоров, предназначенных для диагностики разреженных потоков атомов в вакууме. На базе этих сенсоров созданы приборы контроля герметичности систем охлаждения энергетических установок космического назначения, превосходящие по эксплуатационным параметрам известные средства измерений. Было также показано, что изученные "одноатомные" поверхностные кластеры можно рассматривать как прототипы ячеек памяти предельно малых размеров для перспективных запоминающих устройств.

Другие интересные для нанотехнологии результаты были получены в лаборатории при экспериментальном изучении процесса растворения совершенных монокристаллов кремния. Были выявлены особенности самоформирования элементов микро- и нанорельефа поверхности кристаллов (плоскостей, ребер, вершин) при травлении в щелочных растворах. Результаты данного исследования будут иметь значение при разработке технологий изготовления сверхминиатюрных деталей для перспективных изделий электроники, оптики, механики, химической аналитики. В частности, они уже используются при изготовлении миниатюрных упругих элементов и микрозондов в датчиках сигналов для сканирующих туннельных и атомносиловых зондовых микроскопов.

Разработан и изготовлен сканирующий туннельный микроскоп с оригинальными узлами, позволяющий проводить исследования структуры

поверхности твердых тел в широких диапазонах температур и давлений газов. Перспективы развития исследований в данном направлении связаны с созданием миниатюрных высокочувствительных полупроводниковых анализаторов состава газа для различных областей пауки и техники, а также с продолжением изучения актуальных проблем нанотехнологии, в частности, связанных с созданием перспективных запоминающих устройств. Результаты исследований, выполненные в лаборатории физико-химии поверхности в последние годы, рассмотрены в статье № 23 данного сборника.

Под руководством В.Ф. Тикавого и В.А. Люцко в 80-х годах создан ряд новых термостойких фосфатных материалов, которые были использованы для изготовления изделий, эксплуатирующихся в условиях воздействия высоких температур. Получен ряд фосфатных материалов, обладающих избирательными ионообменными свойствами, а также способных эффективно сорбировать газообразные вещества основного характера (аммиак, гидразин и др.). Разработаны новые методики получения фосфатных материалов с использованием расплавов солей и гидротермальных воздействий. Некоторые новые результаты исследований по определению структуры синтезированных фосфатов обобщены в статье № 25 в данном сборнике.

И.Ф. Копонюком с сотрудниками в период с 1978 по 1990 годы исследованы условия получения и физико-химические свойства сложных оксидов переходных и редкоземельных металлов и на их основе разработаны новые резистивные материалы, перспективные для изготовления толстопленочных терморезисторов, а также изучены условия получения и физико-химические свойства высокотемпературных сверхпроводников в системах Y-Ba-Cu-O и Dy-Ba-Cu-O. В дальнейшем исследования в этом направлении были продолжены в ИОНХ НАН Беларуси.

Термодинамика органических веществ. Исследования в данной области были начаты на кафедре физической химии и в настоящее время выполняются совместно коллективом сотрудников этой кафедры и лаборатории термодинамики органических веществ под руководством профессора Г.Я. Кабо по трем основным направлениям:

- 1) исследование зависимости между строением молекул и термодинамическими свойствами веществ и разработка методов прогнозирования свойств на основе классической теории строения молекул;
- 2) установление структурных параметров молекул, энергий конформеров и таутомеров, характера эволюции молекул при твердофазных переходах;
- 3) обоснование условий, обеспечивающих высокую термодинамическую эффективность процессов химической технологии с использованием

эксергетического анализа, что позволило получить следующие основные результаты.

Проведены экспериментальные исследования химических равновесий и термодинамических свойств нескольких классов органических веществ с регулярно изменяющейся структурой: галогеналкапон, алкилов, алкил- и фенилпроизводных карбамида, азотсодержащих гетероциклических соединений, замещенных циклоалканов и т.д. Многие качественные закономерности реакций органических веществ, сформулированные в виде правил Марковникова, Зайцева, Флавицкого и др., количественно описаны на основе расчетов равновесий соответствующих превращений.

Разработаны методы расчета термодинамических свойств, по экспериментальным данным получены численные значения аддитивных констант алканов, галогеналканов, спиртов, эфиров, производных карбамида и т.д., позволяющие с удовлетворительной точностью рассчитывать термодинамические свойства веществ. Впервые доказано, что аддитивные методы расчета, базирующиеся на классической теории строения молекул, могут применяться для прогнозирования термодинамических свойств кристаллов.

Проведен систематический термодинамический анализ различных видов изомерных превращений и установлены некоторые общие закономерности в термодинамических параметрах реакций изомеризации.

Проведены термодинамические исследования образования пластических кристаллов, в которых происходит заторможенное общее вращение молекул в узлах молекулярных кристаллических решеток. Переход в это состояние характеризуется спонтанным изменением физических свойств веществ: плотности, диэлектрической проницаемости, оптических свойств и т. д., что создает потенциальные возможности для необычного технического использования этого явления. Установлено, что переход пластический кристалл — жесткий кристалл сопровождается спонтанным упрощением конформационного состава вещества и общее вращение молекул в пластических кристаллах существенно заторможено.

Усовершенствованы некоторые расчетные процедуры статистической термодинамики: обоснованы пределы применения классического приближения при расчете вкладов инверсии молекул и внутреннего вращения, разработаны методы расчета термодинамических свойств смесей таутомеров. Эти методы расчета использованы для детального исследования конформационных и равновесных превращений веществ, реализующихся благодаря низким потенциальным барьерам в виде смесей большого числа соединений с различной структурой молекул: барбитуровой, парабаповон, цпапуровон кислот, биурета, тетразола, ссмикарбазида и т. п. По молекулярным и спектральным данным выполнены статистические расчеты термодинамических свойств десятков веществ.

Совместно с профессором Г.Н.Рогановым и сотрудниками Термодинамического исследовательского центра (Texas A&M University) опубликована фундаментальная монография (Frenkel M.L., Kabo G.J., Marsh K. N. et al. Thermodynamics of Organic Compounds in the Gas State. TRC Texas USA, 1994. Vol. I. 803p.; Vol. П. 1009p.), обобщающая результаты расчетов методами статистической термодинамики термодинамических свойств 1168 веществ, опубликованных за последние 30 лет. Эта книга высоко оценена известными специалистами в области химической термодинамики.

В последние годы интенсивно ведется работа по созданию информационного обеспечения для термодинамического обоснования энерго- и ресурсосберегающих технологий для производств органического синтеза в Республике Беларусь. Проведены комплексные термодинамические исследования и систематизированы результаты измерений термодинамических свойств исходных, промежуточных и некоторых побочных продуктов производств капролактама и карбамида (ПО "Азот", г. Гродно), диметилтерефталата (ПО "Химволокно", г. Могилев) и акрилонитриловой кислоты (ПО "Полимир", г. Новополоцк). Создана база данных по химическим эксергиям веществ промышленности органического синтеза Республики Беларусь. Полученные результаты позволили обосновать рациональные схемы энергопотребления в производствах капролактама и карбамида, условия для раздельного омыления эфиров и гидролиза дианонов в производстве капролактама, исчерпывающей осушки циклогексанооксида, противоточную схему теплообмена реактора дегидрирования циклогексанола и т. д. Часть этих рекомендаций реализована в производствах капролактама на Гродненском ПО "Азот".

Для повышения эффективности систем очистки отходящих промышленных газов, создания контролируемых газообразных сред, конструирования газогенерирующих устройств и систем охлаждения разработаны основы термодинамического анализа многокомпонентных и многофазных смесей.

Разработаны технологические регламенты, спроектированы и построены опытные установки и получены опытные партии нового полимера ХТ, бактерицидного препарата и дизельного топлива.

Ряд новых результатов исследований в рассматриваемом направлении обобщен в статьях №№ 11, 12 в данном сборнике.

Органическая химия. В лаборатории органического синтеза под руководством чл.-корр. АН БССР И.Г. Тищенко и профессоров Л.С. Станишевского и А.М. Звонка в период с 1978 по 1991 годы выполнен большой цикл исследований по синтетической органической химии, в

частности, по синтезу полифункциональных гетероциклических соединений на основе ацилоксиранов. Наряду с традиционными исследованиями в данной области, связанными с раскрытием эпоксидного цикла под действием аминов, воды, спиртов и фенолов, изучены реакции ацилоксиранов при участии ацильного фрагмента с сохранением эпоксидного цикла. В результате разработаны простые и удобные методы получения полифункциональных эпоксидных соединений на основе ацилоксиранов: акрилоилоксираны, моно- и диэпоксиды ненасыщенных карбоновых кислот, енаминоэпоксикетоны, этоксивинилоксираны. Показано, что полученные полифункциональные эпоксидные соединения могут быть использованы в синтезах разнообразных гетероциклических систем, многие из которых представляют практический интерес. Так, на основе акрилоилоксиранов разработаны методы синтеза ранее неизвестных 3-гидрокси-4-пиперидонов, 3,4-дигидроксипиперидинов, обладающих различными видами биологической активности.

Существенный интерес представляют исследования по синтезу пятичленных гетероциклических соединений на основе ацилоксиранов и ацилазиридинов. В результате разработаны методы получения ацилзамещенных оксазолинов, 1,3-диоксоланов, имидазолов и γ -бутиролактонов. В последнем случае в качестве исходных были использованы ацетали формилоксиранов и ацетилоксиранов, которые при взаимодействии с малоновым эфиром образуют ацилбутиролактоны — ключевые продукты в синтезах некоторых феромонов и душистых веществ.

В дальнейшем исследования в этом направлении были продолжены на кафедрах органической химии и химии высокомолекулярных соединений Белгосуниверситета и органической химии Белорусского государственного технологического университета.

Радиационная химия. В лаборатории радиационной химии в период с 1978 по 1989 год под руководством профессоров Е.П. Петряева и О.И. Шадыро проводились исследования по изучению радиолитического распада водных растворов α,δ -бифункциональных органических соединений, структурные фрагменты которых сходны со структурными фрагментами, входящими в состав большинства биополимеров и составляющих их компонентов.

Полученные экспериментальные данные по радиолитическому распаду водных растворов α -диолов и их эфиров, аминоспиртов, диаминов, оксальдегидов, оксикислот, галогенспиртов указывают на возможность многообразных трансформаций указанных веществ при облучении. В то же время было установлено, что наиболее характерным радиационно-химическим путем превращения гидроксилсодержащих бифункциональных органических соединений в водных растворах является процесс их фрагментации.

Ключевую роль в этом процессе играет мопомолекулярный распад первичных радикалов исходных веществ, который, как было впервые показано, протекает по согласованному механизму с одновременным разрывом двух инициальных по отношению к радикальному центру связей через питчленное циклическое переходное состояние.

Полученные при исследовании радиолпаза водных растворов бифункциональных органических соединений данные послужили основой для постановки работ по исследованию роли реакций фрагментации в радиационно-нппцирированных превращениях более сложных биологически важных веществ и моделирующих их соединений. Так, в ходе изучения радполпаза водных растворов ряда природных полисахаридов и их производных было показано, что основным процессом является деструкция исходных веществ, приводящая к уменьшению их молекулярной массы. Установление этого факта показало перспективность применения ионизирующего излучения для обработки целлюлозосодержащих материалов п фуражного зерна с целью повышения их питательности. На экспериментальном радиационном сельскохозяйственном комплексе "Боровляны" была создана поточная технологическая линия радиационной обработки целлюлозосодержащих материалов на основе ускорителя электронов ИЛУ-6 производительностью свыше 1 т/час.

На протяжении 10 лет проводились исследования по разработке новых технологий обезвреживания сточных вод и их осадков, основанных на использовании ионизирующих излучений, сорбции, коагуляции и других методов. Разработаны технологии глубокой очистки юродских сточных вод, обезвреживания избыточно активного ила и сырых осадков юродских стоков с целью утилизации осадков в качестве удобрения, выданы исходные данные на проектирование опытно-промышленных установок с использованием мощных ускорителей электронов для ПО "Полнмпр" (г. Новополоцк). Разработаны также радиационные методы очистки ряда локальных стоков химических комбинатов: сернисто-щелочных стоков и отхода производства метакрплата— бисульфатиого маточника, которые позволяют эффективно утилизировать ценные компоненты сточных вод. Разработан сорбцпоппый метод очистки сточных вод цехов стеклопластиковых изделий, разработана и внедрена технология сорбционной очистки сточных вод предприятий бытовой химии от инсектицидов и нефтепродуктов (ПО "Литбытхнм". г. Вильнюс и др.).

Для решения проблем, связанных с Чернобыльской катастрофой, в июне 1996 г. по инициативе Е.П. Пстряева па базе научных подразделений института была создана научно-исследовательская группа, на основе которой вскоре сформировалась лаборатория радиохимии. В ее состав вошли исследователи различных химических специальностей (по аиа-

литической, радиационной, неорганической, физической, органической химии и др.). Это позволило оперативно освоить существующие, а в ряде случаев создать новые методики радиохимического анализа широкого спектра радионуклидов, включая и трансурановые элементы в самых разнообразных природных объектах.

С первых дней существования созданная группа исследователей работала в особом режиме оперативного изучения последствий катастрофы. Массовый анализ почвенных, растительных, водных проб, образцов тканей и органов животных и человека позволили вместе с другими исследовательскими группами республики быстро оценить масштабы и характер радиоактивного загрязнения почвенно-растительного покрова, поверхностных водных резервуаров и подземных источников водоснабжения (построены соответствующие карты радиоактивного загрязнения), а также оценить степень угрозы паводковых периодов для населения Днепровско-Припятского бассейнов. В очень короткие сроки были изучены степень загрязнения радионуклидами отдельных групп молодняка крупного рогатого скота, интенсивность очистки их организма от радионуклидов в результате перехода на чистые корма и способы выведения радионуклидов из организма животных, а также решены другие практические задачи, связанные с преодолением Чернобыльской катастрофы. Первые годы в лаборатории много внимания уделялось подготовке специалистов в области радиохимических исследований для многих организаций республики.

Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволили не только оценить направления изменения радиоэкологической ситуации в различных природных системах, но и разработать научную базу для выработки контрмер по снижению поступления радионуклидов в пищевые цепи, способствуя снижению лозовой нагрузки на население республики. В конечном счете они явились научным фундаментом для осуществления реабилитации пострадавших регионов и возрождения в них хозяйственной деятельности. Кроме того, накопленная информация была использована при создании системы мер быстрого реагирования в случае возможных ядерных аварий и нештатных ситуаций в будущем.

В дальнейшем исследования в области радиационной химии и радиохимии были продолжены на химическом факультете после ухода этих лабораторий из института в 1989 году.

Химия экстракционных процессов и ионометрия. В лаборатории экстракции и ионометрии (до 1991 г. — лаборатории экстракционных и сорбционных процессов) на основе исследований межфазовых равновесий различных типов разрабатывались и разрабатываются методики разделения, концентрирования, очистки и определения веществ.

Под руководством члена-корреспондента НАН Беларуси Г.Л. Старобинца и профессора Е.М. Рахманько выполнен цикл исследований по распределению органических электролитов и неэлектролитов различной природы в экстракционных системах, где неполярной фазой является алифатический углеводород, а полярной — несмешивающийся с ним органический растворитель, его бинарная смесь с водой или концентрированный раствор галогенидов цинка или алюминия в органическом растворителе (индивидуальном или оводненном). Обнаружено, что такие полярные фазы сочетают высокую сольватирующую способность с ослабленным эффектом сольвофобного взаимодействия, что открывает перспективы их использования для извлечения высокогидрофобных органических веществ, нерастворимых в воде. Показано, что экстракционное поведение веществ в таких системах описывается в рамках инкрементного метода, что позволяет осуществлять априорное прогнозирование оптимального состава полярной фазы для решения конкретных практических задач. Ряд полученных при проведении данного исследования результатов рассмотрен в статье № 13 данного сборника.

Разработаны высокоэффективные методики выделения из реакционных смесей, разделения, концентрирования, очистки и определения ряда азот-, кислород-, серасодержащих соединений различных классов, в т.ч. пластификаторов и электроактивных веществ, используемых в мембранах ионоселективных электродов (ИСЭ), что послужило базой для развития этого направления. Разработанный подход к описанию процессов распределения с позиций инкрементного метода получил дальнейшее развитие применительно к описанию ионообменных и сорбционных равновесий на синтетических и природных ионообменниках (эти работы выполнялись в последнее время в лаборатории физической химии и модификации целлюлозы под руководством Г.Л. Старобинца).

Е.М. Рахманько и В.В. Егоров с сотрудниками исследовали закономерности экстракции ионных ассоциатов типа кислота-основание, а также ионообменной экстракции с участием более ста органических и неорганических, в том числе металлокомплексных ионов. На основе проведенных исследований разработан ряд высокоселективных и чувствительных экстракционно-фотометрических методик определения веществ, а также ИСЭ для определения золота, серебра, палладия, цинка, кадмия, ртути, кобальта, висмута, катионных и анионных ПАВ, нитрата, сульфата, катионов щелочных металлов, рН, жесткости воды и методики их использования в анализе.

В последнее время в лаборатории ведутся исследования влияния экстракционных процессов различных типов, протекающих на границе мембрана — исследуемый раствор, и процессов ионной ассоциации в фазе мем-

браны на функционирование ИСЭ на основе жидких ионообменников и их композиций с нейтральными переносчиками. Впервые получены уравнения, описывающие в явном виде коэффициенты потенциометрической селективности мембран различных типов как функцию стандартных свободных энергий пересольватации ионов и констант ионной ассоциации, и развиты подходы к управлению селективностью таких мембран, основанные на использовании фактора ионной ассоциации.

Совместно с кафедрой аналитической химии и лабораторией газовых сенсоров и систем мониторинга разработан полуавтоматический анализатор ионного состава крови для нужд лабораторной клинической диагностики.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНСТИТУТЕ

Перспективы развития института связаны, в первую очередь, с дальнейшим развитием исследований, ориентированных на реальные запросы народнохозяйственного комплекса и социальной сферы Республики Беларусь. Имеющийся в институте научно-технический потенциал позволяет решать сложные комплексные проблемы в различных областях химии и химической технологии и осуществлять научно-техническое обеспечение как отдельных производств, так и некоторых отраслей в целом. Это относится к предприятиям концерна "Белнефтехим" и фармацевтической промышленности, а также к деятельности, связанной с переработкой различных техногенных отходов и организацией малотоннажных наукоемких химических производств. В настоящее время дирекцией и подразделениями института проводится активная работа, направленная на установление тесных научно-производственных связей с крупнейшими предприятиями химической промышленности Беларуси (ПО "Химволокно", г. Гродно, ПО "Азот", г. Гродно, ПО "Беларускалий", ПО "Полимир", г. Новополоцк, ПО "Химволокно", г. Могилев, ПО "Стекловолоконно", г. Полоцк и другие) и устойчиво функционирующими крупными предприятиями других отраслей (АО "Борисовский завод медпрепаратов", ПО "Кристалл", г. Гомель, ПО "Монолит", г. Витебск и др.). В стадии согласования находятся вопросы создания в институте подразделений, которые будут функционировать на постоянной основе в интересах конкретных предприятий, в частности, лабораторий двойного подчинения НИИ ФХП — Борисовский завод медпрепаратов и НИИ ФХП — ПО "Химволокно" (г. Гродно).

Ориентация на выполнение заказов промышленности республики, в том числе в рамках государственных научно-технических программ и отдельных госзаказов по линии Госкомитета по науке и технологиям Республики Беларусь, является в настоящее время и в перспективе одним из основных и наиболее надежных источников финансирования научных исследований в институте. С учетом этого, а также необходимости сбалансированного развития фундаментальных и прикладных исследований, одним из приоритетных направлений деятельности института представляется развитие исследований, направленных на создание и исследование физико-химических свойств новых материалов, композиций и индивидуальных компонентов указанных систем. При этом необходимо отметить, что уже к настоящему времени значительная часть исследований, выполняемых в институте, относится к одной из двух комплексных научных проблем — "Химия материалов" и "Разработка научных основ тонкого химического синтеза", что нашло отражение в работах, опубликованных в настоящем сборнике.

В рамках направления "Химия материалов" представляется перспективным развитие исследований, касающихся выявления взаимосвязей между составом, структурой и свойствами конденсированных систем, определяющими возможность их использования в качестве материалов различного назначения; синтеза твердых веществ и твердотельных структур с различной организацией; исследований, направленных на выявление путей, возможностей и диапазона регулирования структуры и свойств материалов различного типа. Дальнейшее развитие получают исследования, которые начали выполняться в институте в последние годы, в том числе: разработка методов получения и исследование физико-химических свойств углеродных кластеров и фуллереновых структур; исследование процессов фрагментации различных типов химических соединений, включая полимеры и композиции на их основе, в условиях "акватермолиза" и разработка на основе полученных данных методов и эффективных технологий получения практически важных соединений и угнилизации полимерных техногенных отходов; исследование процессов формирования папоструктурированных систем различного типа и их химических превращений, стимулируемых внешними воздействиями, методами рассеяния нейтронов, EXAFS-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа (совместно с ОИЯИ, г. Дубна и Института кристаллографии РАН).

В рамках направления "Разработка научных основ тонкого химического синтеза" предполагается развитие исследований по синтезу физиологически активных веществ, разработке новых лекарственных препаратов; получению продуктов, которые могут быть синтезированы из исходных, промежуточных и конечных продуктов, используемых промыш-

ленностью большой химии; модификации природных и синтетических полимеров; синтезу ультрадисперсных металлов и полупроводниковых соединений с регулируемой дисперсностью и размером частиц, а также получению пленочных материалов с регулируемым составом и структурой с использованием химических и электрохимических методов; получению твердых электролитов, оксидных электродных материалов, кислородпропускаемых мембран; синтезу твердых веществ в растворах с использованием воздействия ультразвука и СВЧ-излучения, получению монокристаллов фуллеренов и других новых соединений, различных интеркалатов, коллоидных кристаллов и исследованию их структуры; разработке методов и технологий извлечения из природных рассолов Беларуси полезных компонентов.

По-прежнему, самое серьезное внимание будет уделяться исследованиям закономерностей модификации различных полимеров и целлюлозных материалов, разработке методов и технологических процессов получения новых материалов на основе указанных систем, в том числе лекарственных препаратов, панокристаллических оксидных организованных структур и других объектов, синтезу новых мономеров ряда азолов и полимеров на их основе, исследованию процессов термopревращений различных полимерных систем, в том числе содержащих антипирены и химически связанные металлы.

Важнейшей составляющей устойчивого функционирования института в настоящее время и в перспективе является сотрудничество и дальнейшая интеграция НИИ физико-химических проблем с химическим факультетом Белгосуниверситета, активное участие сотрудников института в учебном процессе, привлечение студентов к выполнению исследований на базе подразделений института, выработка и реализация новых форм участия института в подготовке специалистов-химиков высшей квалификации. Представляется целесообразной и обоснованной организация в перспективе на базе института кафедры, осуществляющей подготовку студентов по специальности "Химия материалов" в интересах народнохозяйственного комплекса Республики Беларусь.

Создание института химического профиля в структуре Белорусского государственного университета, как свидетельствует опыт его работы в различных экономических условиях, обеспечило решение целого комплекса проблем. Прежде всего, это привело к консолидации научного потенциала Белгосуниверситета в области химической науки, повышению масштабности и глубины научных исследований в данной области, привлечению в научную сферу дополнительного числа молодых специалистов — выпускников химического факультета университета, что в конечном итоге обеспечило возможность постановки и решения круп-

пых задач не только в области фундаментальных исследований, но и в области прикладной химии, научно-производственной, а также научно-организационной деятельности. Последнее послужило основой стабильной работы института при переходе к новым экономическим условиям и позволило сохранить кадры и научный потенциал.

Опыт работы института в альянсе с химическим факультетом был использован при выработке и реализации на практике концепции развития науки в рамках классического университета в новых экономических условиях, главный акцент которой заключается в ориентации на достижение конечного результата научных исследований, что диктует необходимость эффективного взаимодействия научной сферы с промышленными предприятиями, органами государственного управления, другими научными организациями в системе высшего образования, различных отраслей народного хозяйства, Национальной академии наук Беларуси. Указанная концепция положена в основу функционирования научной сферы всего Белгосуниверситета.

Перспективы развития института определяются необходимостью его дальнейшей адаптации к существующим экономическим условиям, эффективность которой непосредственно связана с правильностью выбора приоритетов, к числу которых относятся следующие:

1. Ориентация на достижение высокой экономической эффективности деятельности института за счет преимущественной реализации на рынке не научных идей, а технологий и наукоемкой продукции с высокой долей интеллектуального труда. При этом основное внимание должно уделяться использованию научно-производственной базы Белгосуниверситета и лишь во вторую очередь — использованию производственной базы промышленных предприятий в рамках научно-производственной кооперации. Необходимым условием результативности рассматриваемой деятельности является расширение научно-производственных связей с устойчиво функционирующими крупными промышленными предприятиями, о которых говорилось выше, и отраслями (здравоохранение, химическая промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство, фармакологическая промышленность и др.) в лице соответствующих органов государственного управления (Минздрав, ГК "Белпфтехим", Мин.лсхоз, Минсельхозпрод, ГК "Белбиофарм" и др.).
2. Интенсификация исследований в области химии материалов и научных основ тонкого химического синтеза в расчете не только на возможности научных подразделений института и химического факультета, но и на возможности междисциплинарных исследований в рамках научной и научно-производственной кооперации со специалистами

Белгосуниверситета, Национальной академии наук, отраслевых институтов, работающих в области химии, биологии, биотехнологии, фармацевтики и др. Важный аспект соответствующей деятельности связан с более эффективной ориентацией на потребности регионов и на вовлечении в орбиту института соответствующих специалистов, работающих в научных организациях регионального значения.

3. Интеграция науки и образования в рамках подразделений химической направленности Белгосуниверситета (НИИ физико-химических проблем, химический факультет, Учебно-научно-производственное объединение), заключающаяся в более эффективном вовлечении на соответствующих организационных принципах профессорско-преподавательского состава, аспирантов, магистрантов и студентов в процесс научных исследований и в обеспечении адекватного участия научных сотрудников в процессе подготовки и переподготовки кадров, в т.ч. кадров высшей квалификации как с целью удовлетворения потребностей Белгосуниверситета, так и в интересах научной и образовательной сферы республики в целом.
4. Совершенствование материально-технической базы научных исследований и оптимизация организационных принципов использования имеющегося в республике оборудования для проведения исследований и осуществления процесса подготовки (переподготовки) кадров в рамках указанных выше подразделений химического профиля Белгосуниверситета. Создание на базе НИИ физико-химических проблем и химического факультета эффективно функционирующего центра коллективного пользования оборудованием для научных исследований с включением в орбиту центра оборудования, находящегося в распоряжении различных ведомств и организаций научной и производственной ориентации.
5. Расширение масштабов международного научного сотрудничества института в интересах решения следующих основных вопросов: 1) повышение эффективности обмена научной информацией и специалистами и формирование адекватного имиджа института и Белгосуниверситета в целом в глазах международной научной общественности; 2) облегчение доступа сотрудников института к высококласному оборудованию для научных исследований, не имеющемуся в Белгосуниверситете и республике; 3) привлечение дополнительных финансовых средств в институт за счет выполнения контрактов и работ в рамках научных грантов.

Основой решения указанных задач является проводившаяся на протяжении всего периода существования института сбалансированная научно-техническая политика, успешный опыт практической работы в различ-

О.А. Ивашкевич, Ю.В. Нечепуренко, С.К. Рахманов, В.В. Свиридов

ных экономических условиях, высокий кадровый потенциал и взаимопонимание активно работающих в институте специалистов — руководителей и представителей разных научных школ, направлений и поколений.

Литература

1. Тикавый В.Ф., Станишевский Л.С, Самохвал В.В. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1981. № 3. С. 3.
2. Мицкевич Н.И., Плюшевский Н.И. // Вести. Белорус, ун-та. Сер.2. 1981. № 3. С. 13.
3. Браницкий Г.А., Рахманов С.К. // Вести. Белорус, ун-та. Сер.2. 1996. № 3. С. 5.
4. Свиридов В.В. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1987. № 3. С. 3.
5. Свиридов В.В., Кулак А.И. // Вести. Белорус, ун-та. Сер.2. 1996. № 3. С. 10.
6. Капуцкий Ф.Н. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1996. №3. С. 17.
7. Лесникович А.И. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1996. №3. С. 21.
8. Рахманько Е.М., Егоров В.В., Лещев С.М., Мечковский С.А. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 24.
9. Кабо Г.Я. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 26.
10. Круль Л.П. // Вести. Белорус, ун-та. Сер. 2. 1996. № 3. С. 28.