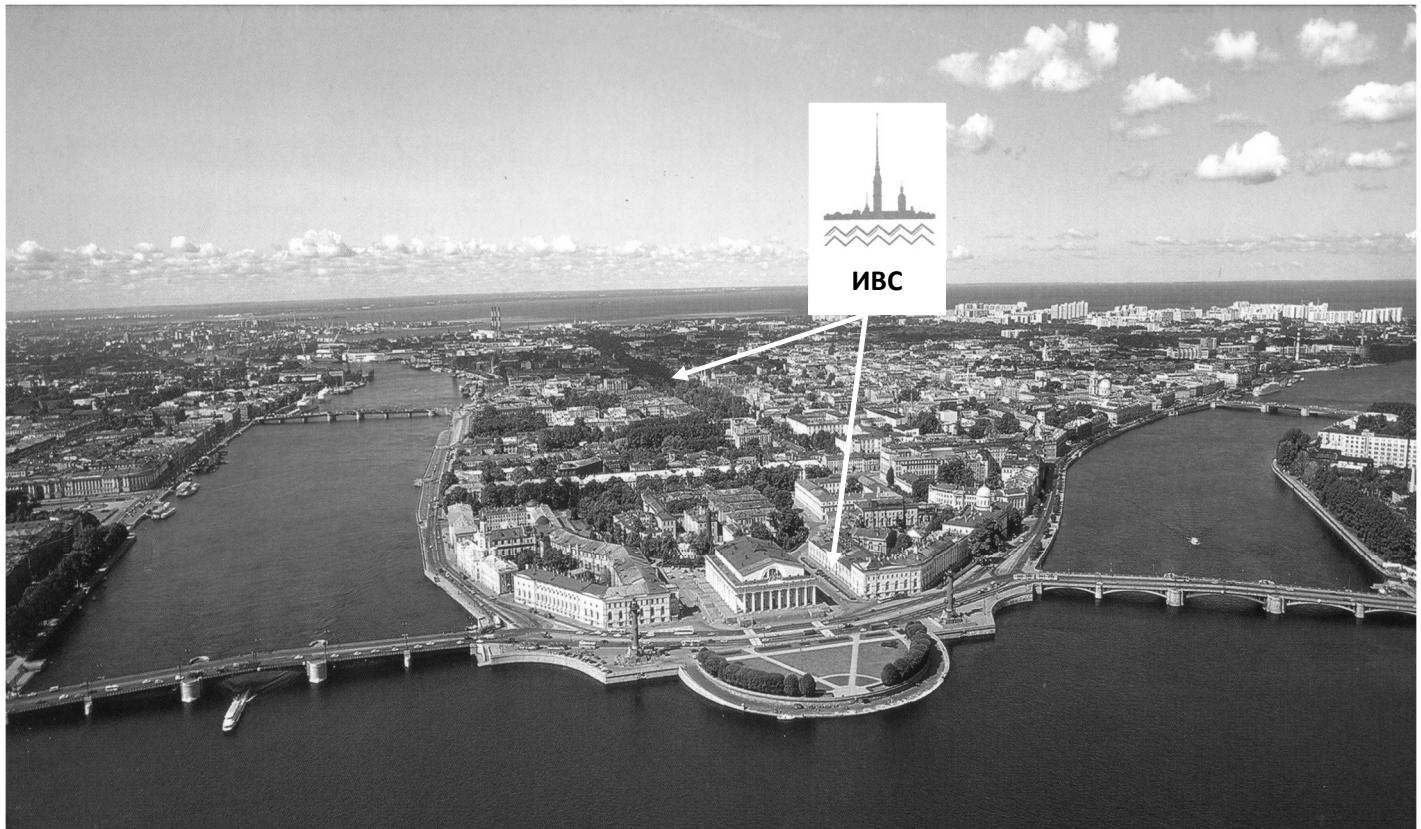


Институт высокомолекулярных соединений



Институт высокомолекулярных соединений АН СССР организован в 1948 году на основании Постановления Совета Министров СССР № 2411-737 от 07.07.1947 года, когда в возрождающихся и новых отраслях народного хозяйства страны, таких как авиационное, морское и космическое машиностроение, электротехническая промышленность, фармацевтика, медицина, биотехнология и др., возникла острая необходимость в синтетических материалах с заданными свойствами. Днём рождения Института считается **15 июля 1948 года**. Этим числом датировано Постановление Президиума Академии наук Союза ССР об организации Института высокомолекулярных соединений АН СССР в Ленинграде.

Основателем и первым директором Института стал известный ученый, член-корреспондент АН СССР, профессор Сергей Николаевич Ушаков. Коллективу ИВС предстояло направить усилия на решение теоретических проблем в области химии, физической химии и физики высокомолекулярных соединений, связанных с изучением процессов их получения и свойств. Одновременно деятельность Института должна была охватывать и вопросы, связанные с актуальными задачами в области производства и применения синтетического каучука, искусственного волокна и пластических масс. По мере расширения области применения высокомолекулярных соединений появлялись новые требования к полимерам, и это находило отражение в научных проблемах, которые решал и решает коллектив Института. Одно остается неизменным: проведение фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований тех классов высокомолекулярных соединений, которые имеют важное экономическое значение.

Уже в первые годы существования Института в его стенах работали известные ученые, химики и физики, получившие к тому времени выдающиеся результаты в разработке и исследовании строения и свойств высокомолекулярных соединений: член-корреспонденты Данилов С.Н., Котон М.М., Никитин Н.И., Цветков В.Н., Кобеко П.П., Волькенштейн М.В., Коротков А.А., академик Долгоплоск Б.А., профессора Бреслер С.Е., Ваншейдт А.А., Кувшинский Е.В. Таким образом, проводимые в Институте исследования с самого начала приобрели междисциплинарный характер и отличались комплексным подходом. В лабораториях осваивались новые методы изучения полимеров, создавались измерительные приборы и различные установки (нефелометры, динамооптиметры, ИК-

и ЯМР-спектрометры, установки для изучения механических, диэлектрических и др. свойств полимеров). Научные исследования были направлены на изучение строения и свойств целлюлозы, создание новых эффективных катализаторов, синтез и изучение термостойких полимеров и новых лекарственных полимеров.

С 1948 по 1949 гг. были сформированы первые шесть лабораторий ИВСа: №1 **синтеза новых полимеров** (С.Н. Ушаков); №3 **механизма полимеризации** (Б.А. Долгоплоск); №4 **поликонденсационных процессов** (А.А. Ваншайдт); №5 **производных целлюлозы** (С.Н. Данилов); №6 **растворов полимеров** (В.Н. Цветков); №7 **структуры полимеров** (М.В. Волькенштейн).

Штатная численность сотрудников в то время насчитывала всего 34 человека, из них научных сотрудников было 20.

В 1952 году по Постановлению Президиума АН СССР для развития научной деятельности из ЛФТИ АН СССР в ИВС была переведена группа ученых и организованы новые лаборатории: лаб. №2 **эластомеров** (М.М. Котон); лаб. №8 **механических и диэлектрических свойств полимеров** (Н.Н. Кобеко); лаб. № 9 – **физической и коллоидной химии полимеров** (С.Е. Бреслер).

Развитие Института проходило в трудных условиях: не хватало кадров, оборудования и лабораторных помещений. Для проведения научных исследований ученым выделили несколько комнат в здании бывшего Северного пакгауза на Биржевом проезде, дом 6. Часть лабораторий временно разместили в Ленинградском технологическом институте им. Ленсовета, Лесотехнической академии и Всесоюзном научно-исследовательском институте синтетического каучука им. С.В. Лебедева. Трудно проходило освобождение предназначенных для Института помещений на Биржевом, где размещалось общежитие Ленакадемстроя АН СССР.

В 1956 году ИВС занимал на Биржевом уже 48 комнат общей площадью порядка 2000 кв.м. В этом же году второй этаж здания, все еще не освобожденный жильцами, общей площадью около 700 кв.м. передали Институту химии силикатов АН СССР, с которым мы соседствуем до сих пор.



В 1962 году ввели в эксплуатацию новый лабораторный корпус на Большом проспекте, дом 31. Это здание строили для другого института (Ленгипроводхоза), поэтому потребовалась значительная перестройка внутренних помещений под нужды химиков. Связано это перепрофилирование было с Постановлением Пленума ЦК КПСС от 7 мая 1958 г. «**Об ускорении развития химической промышленности и особенно производства синтетических материалов и изделий из них для удовлетворения потребностей населения и нужд народного хозяйства**». В результате Институт значительно расширился, а его штатная численность увеличилась.

В новое здание переехала большая часть химических лабораторий, администрация, архив, библиотека (читальный зал) и мастерские (стеклодувная, электрическая, измерительных приборов, механические и др.). В здании на Биржевом остались целлюлозные лаборатории и все физические, которым требовались толстые стены и отсутствие посторонних шумов, осталась главная часть библиотеки с книгохранилищем и механическая мастерская Института.

Выдержка из проекта по расширению ИВС АН СССР: «Из-за наличия частых электрических разрядов в трамвайной и троллейбусной линиях и большого трамвайного и грузового автомобильного движения по 9-ой линии принято, что новое здание, имеющее относительно слабый фундамент и перекрытия из стандартных плит, непригодно для размещения физических лабораторий и мастерских с тяжелым станочным оборудованием».

В связи с постановлением Правительства, направленным на развитие химии в стране, тематика Института была пересмотрена. Основной упор делался на приближение тематики к нуждам отечественной промышленности. Институт стал получать больше конкретных заданий от Министерства химической промышленности и других министерств. В 70-80-х годах многие разработки были внедрены в производство:

- нить "Аримид" выпускалась в количестве 30 тонн в год;
- рулонная пленка на основе полиимида для электрической изоляции производилась на московском Дорхимзаводе – 3-5 тонн в год;
- полимерные инъекционные препараты инсулина пролонгированного действия "Инсулин-дез" и "Инсулин-кридез" производились на заводе медпрепаратов Ленмясокомбината;
- на Ивановском мясокомбинате использован метод получения аденоцитофосфата (АТФ) с помощью спицальных полиэлектролитов;
- на основе термостойких полимеров винилового спирта созданы материалы для машиностроения (винакрил; крепитель М3 для изготовления изделий методом литья из аллюминия), которые выпускались на Кусковском химическом заводе и в ВИАМ.
- созданы новые марки теплостойких органических стекол, выпущены опытно-лабораторные партии изделий для авиационной промышленности – АМ-4, МАМ 20-5, Ш-35, Ш-40, МОЛ-3, №117, МАГ, ДГ.
- разработаны высокоэффективные сцинциляционные пластмассы для регистрации радиоактивных излучений и внедрены в опытное производство (работа была отмечена премией Президиума АН СССР).
- внедрены в производство на заводе им. Карпова методы выделения и очистки антибиотиков феноксиметилпенициллина, тетрациклина и витамина В12.
- был разработан новый метод формования и упрочнения синтетических волокон "Винол" и "Нитрон".
- получены водостойкие волокна из ПВС с прочностью до 130 км (разрывная длина), вместо 60, и разрывным удлинением 5-15%, а также волокна из полиакрилонитрила с разрывной длиной 70 км, вместо 30.
- получены карбоксилатные каучуки, предназначенные для изготовления автомобильных шин, дальнейшая технологическая разработка процесса осуществлена во ВНИИСК.
- разработан метод получения пряжомых вискозных растворов на основе низкозамещенных ксантогенатов по прочности не уступающих волокнам из высокозамещенных ксантогенатов.

В результате теоретических разработок, проведенных в ИВС, и формулирования принципов ориентационной кристаллизации (процессов, происходящих при переработке полимеров), совместно с ВНИИСВ МХП, МГУ и НИХФИ при участии ОНПО "Пластполимер" созданы опытно-промышленные установки по производству следующих материалов:

- полэтиленовой перевязочной ленты – 80 тонн в год;
- полипропиленовых нитей и упаковочных материалов из них, проектная мощность 5 тыс. тонн в год;
- высокопрочного высокомодульного сеновязального шпагата – 20 тыс. тонн в год;
- полиамидной мононити – 2 тыс. тонн в год.

В результате проведенных совместных поисковых работ:

- по ацилированию диаминов кислыми эфирами тетракарбоновых кислот в ГИПХ создана опытно-промышленная установка для производства эластичных высокотеплостойких полимида пен конструкционного назначения.
- по синтезу полимида на основе многоядерных мономеров в НПО «Пластик» отработана технология получения термопластичных пленочных полимида связующих для производства стеклопластиков сложной геометрической формы.
- с НИИЭМ и НИПИМ разработаны технологии получения полиамидоимидных лаков, предназначенных для изготовления рулонных фольгированных диэлектриков и контейнеров для хранения крови.
- с НИИЭМ на основе жесткоцепных полимида разработан полимида лак для формирования защитных покрытий на электронных схемах.
- с ПКБ «Пластмаш» отработана отечественная термохимическая технология получения полимида пленки ПМ.

В течение 40 лет ИВС был единственным институтом Академии наук СССР, целиком работавшим над решением фундаментальных научно-исследовательских задач в области химии, физической химии и физики высокомолекулярных соединений. За этот период времени Институт получил признание и известность в нашей стране и за рубежом. К 1988 году число сотрудников ИВС достигло 618-ти человек. В зависимости от тех задач, которые ставили перед Институтом, временами численность возрастала до 720 человек, а отдельные лаборатории насчитывали до 50-ти сотрудников. В настоящее время штатная численность сотрудников ИВС РАН – около 300 человек.

Исследование процессов образования полимеров предполагало развитие всех известных методов синтеза: полимеризации, поликонденсации, реакций в цепях макромолекул. В институте под руководством академика Б.А. Долгоплоска изучались свободно-радикальные процессы полимеризации диенов с применением новых эффективных окислительно-восстановительных инициирующих систем, исследовались реакции свободных радикалов в модельных условиях и механизм действия различных ингибиторов. В 50-х годах был заложен фундамент дальнейших исследований анионной и катионной полимеризации. Значительный цикл работ по анионной полимеризации был выполнен в лаборатории А.А. Короткова – одного из создателей отечественного полизопренового синтетического каучука, близкого по свойствам к природному. Фундаментальным результатом этих исследований явилось обнаружение участия молекул мономеров в актах комплексообразования с металлоорганическими растущими цепями – стереоспецифической полимеризации.

Начало исследования процессов поликонденсации связано с именем профессора А.А. Ваншнейдта, который изучал механизм образования фенолформальдегидных смол. Эти смолы были успешно применены профессором Г.В. Самсоновым и С.Я. Бреслером при создании полимерных сорбентов для ионообменной хроматографии.

Под общим руководством чл.-корр. АН СССР М.М. Котона изучались способы радикальной полимеризации и сополимеризации виниловых мономеров, а также процессы сшивания виниловых полимеров в блоке. Это послужило основой для получения в промышленных масштабах сцинтиляционных пластмасс и теплостойких оргстекол. Разработаны научные основы синтеза стереорегулярных полимеров с использованием ионной полимеризации (Б.А. Долгоплоск, А.А. Коротков, Б.Л. Ерусалимский).

На основе результатов систематического изучения природных полисахаридов (целлюлоза и хитин) С.Н. Даниловым и Н.И. Никитиным были предложены новые методы получения их производных, в частности, обладающих повышенной устойчивостью к воспламенению и горению, а также с улучшенными диэлектрическими свойствами.

Важным направлением в работе института были исследования процессов кристаллизации, ориентации и формирования анизотропных структур в гибко- и жесткоцепных полимерах, выполненные в лаборатории профессора С.Я. Френкеля. Итогом стало создание теории ориентационной кристаллизации в растворах и расплавах полимеров, позволившей сформулировать и реализовать на практике технологические принципы получения высокопрочных волокон и пленок.

М.В. Волькенштейном, О.Б. Птицыным и Т.М. Бирштейн выдвинута концепция поворотно-изомерного механизма гибкости макромолекул, получившая всемирное признание. Теория динамического поведения макромолекул предложена М.В. Волькенштейном и Ю.Я. Готлибом.

Одной из главных задач института являлась разработка методической базы проводимых исследований. Для изучения молекулярной структуры высокомолекулярных соединений в растворах были разработаны такие важнейшие методы молекулярной гидродинамики и оптики, как двойное лучепреломление в потоке, в электрическом и магнитном полях, светорассеяние, поляризационно-оптические методы седиментационно-диффузного анализа, благодаря чему был систематически изучен класс гибко- и жесткоцепных и мезогенных полимеров на молекулярном и надмолекулярном уровнях (В.Н. Цветков, В.Е. Эскин, С.С. Скороходов, Е.В. Ануфриева, М.Г. Краковяк).

Под руководством Б.Г. Беленького была развита теория и усовершенствованы методы жидкостной хроматографии в колончатом и тонкослойном вариантах для анализа молекулярно-массового распределения полимеров, разработан и создан хроматограф.

Созданы уникальные методики изучения электрических и механических свойств полимеров на микрообразцах (П.П. Кобеко, Г.П. Михайлов, Е.В. Кувшинский, М.И. Бессонов, Т.И. Борисова). Развитие методов ЯМР-, ИК- и Раман-спектроскопии привело к возникновению нового самостоятельного раздела науки – спектроскопии полимеров (В.Н. Никитин, А.И. Кольцов, Б.З. Волчек).

Исследования синтеза гидрофильных лекарственных полимеров, начатые С.Н. Ушаковым, и созданную им научную школу, возглавляет его ученик – член-корреспондент РАН, профессор Е.Ф. Панарин. Под его руководством установлена собственная биологическая активность ряда полимеров, разработаны принципы построения полимерных многофункциональных биологически активных систем, созданы лекарственные препараты: противораковое средство Поглюкар, стимулятор роста животных Доксан, антисептические препараты Повиаргол и Катапол, кровезаменитель с функцией переноса кислорода Геленпол на основе полимерного гемоглобина.

Успешно работали научные школы по химии термостойких полимеров члена-корреспондента М.М. Котона и физике жесткоцепных полимеров члена-корреспондента РАН В.Н. Цветкова. Современные научные идеи развиваются их учениками (В.В. Кудрявцев, Б.А. Зайцев, Г.К. Ельяшевич, Ю.Н. Сазанов, А.А. Даринский) и новым поколением докторов наук (В.М. Светличный, А.М. Бочек, В.Е. Юдин, А.В. Якиманский, А.В. Теньковцев, А.П. Филиппов, В.Д. Красиков, С.В. Люлин, А.А. Гуртовенко, А.А. Погоцкий, С.В. Кононова и др.).

За достигнутые успехи в развитии химической науки и создании новых полимерных материалов в 1976 году (18.02.1976) Институт был награжден **Орденом Трудового Красного Знамени**.

В 2009 году Министром образования и науки РФ А.А. Фурсенко Институту вручен **Похвальный лист** за вклад в развитие научно-промышленного комплекса России и активное участие в XV международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции».

В 2012 году на основании данных исследования Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», проведенного по заказу Министерства образования и науки РФ, **ИВС РАН** по суммарному рейтингу (*публикационной и патентной активности, а также эффективности по цитированию*) занял второе место в списке организаций-лидеров среди академических НИИ, занимающихся исследованиями в области нанотехнологий. Членами национальной нанотехнологической сети по результатам исследования были признаны всего 50 организаций из 1400, заявивших себя участниками деятельности в области наноиндустрии. (*Источник: Журнал «Российские нанотехнологии» Том 7, № 3-4, 2012 год*)

В 2017 году в рейтинге Европейской научно-промышленной палаты среди российских научно-исследовательских учреждений (WRIR-2017) по направлению «Химия» ИВС РАН получил результат категории «А+» (уровень исследовательской деятельности высокого качества) и занял 3 место среди 64-х институтов.

В 2018 году коллектив Института был награжден **Почетной грамотой Российской академии наук** «За многолетний плодотворный труд на благо российской науки, большой вклад в развитие химии и физики высокомолекулярных соединений и в связи с 70-летием образования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук» и **Благодарностью Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга** «За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие научного потенциала Санкт-Петербурга и в связи с 70-летием со дня основания федерального государственного бюджетного учреждения науки Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук».

В 2023 году коллектив Института был награжден **Почетной грамотой Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга** «За многолетний добросовестный труд, значительный вклад в развитие системы высшего образования и научного потенциала Санкт-Петербурга и в связи с 75-летием со дня основания федерального государственного бюджетного учреждения науки Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук».

Институтом за время его деятельности выполнены важные теоретические и экспериментальные исследования, позволившие объяснить фундаментальные аспекты строения и свойств полимеров и разработать научные основы синтеза различных высокомолекулярных соединений. Это позволило решить целый ряд прикладных задач.

Для электротехнической промышленности, авиакосмической техники и судостроения созданы материалы, работающие в экстремальных условиях – высокопрочные термостойкие полимеры и композиты на их основе, органические стекла, суперпрочные волокна, криостойкие негорючие пены, клеи и др. Разработаны конструкционные материалы с рекордными механическими свойствами.

Для биотехнологии и медицины разработана целая серия лекарственных препаратов – антисептических, противоопухолевых, плазмо- и кровезаменителей; разработаны материалы биомедицинского назначения: искусственный хрящ, прекурсоры костной ткани; разработаны препараты для растениеводства и животноводства. Созданы тест-системы для диагностики вирусных заболеваний, новые сорбенты и высокоэффективные способы очистки лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков и инсулина.

Для сельского хозяйства получены препараты для лечения и повышения продуктивности животных, новые средства защиты растений.

Для пищевой и рыбоперерабатывающей промышленности созданы средства для обеззараживания технологического оборудования и пленочные покрытия, обеспечивающие более длительные сроки хранения пищевых продуктов.

Развиты новые методы изучения полимеров, такие как хроматография, двойное лучепреломление, люминесценция, ядерный магнитный резонанс, инфракрасная спектроскопия, термический анализ и др.

В 2015 году ИВС РАН вошел в состав участников ООО «Управляющая компания «Композитного кластера Санкт-Петербурга», созданного для формирования центров компетенции в области композитных материалов и изделий из них. Стратегическими партнерами института в Санкт-Петербурге являются предприятия, входящие в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация», в первую очередь АО «Средне-Невский судостроительный завод». В 2016 году был подписан Меморандум о сотрудничестве между АО «ОСК» и ИВС РАН, в рамках которого институт выступает в качестве координатора всех работ по выявлению и формированию научно-технического задела и инноваций в области разработки и использования новых полимерных, композиционных и гибридных материалов, конструирования изделий на их основе, технологий их производства для решения индустриальных задач современного судостроения.

В области создания и производства новых композиционных материалов и изделий из них ИВС РАН сотрудничает с холдингом «Ленполиграфмаш» и ОАО по переработке пластмасс им. «Комсомольской правды».

В области разработки и производства фармацевтических субстанции ИВС РАН в течение длительного времени плодотворно сотрудничает с ФГУП СКТБ Технолог, ООО «Оргполимерсинтез СПб» и ООО «Новопласт-М».

Дирекция Института

Директора ИВС АН СССР / ИВС РАН:

Член-корр. АН СССР **Сергей Николаевич Ушаков** (1948-1953 гг.)

Член-корр. АН СССР **Степан Николаевич Данилов** (1953-1960 гг.)

Член-корр. АН СССР **Михаил Михайлович Котон** (1960-1987 гг.)

Член-корр. РАН **Евгений Федорович Панарин** (1987-2015 гг.)

Член-корр. РАН **Сергей Владимирович Люлин** (2015-2020 гг.)

Д.х.н. **Александр Вадимович Якиманский** (2020-2025 гг.)

К.ф-м.н. **Сергей Владимирович Ларин** (с 23.05.2025 г. исполняющий обязанности директора филиала¹)

Заместители директора по научной работе ИВС АН СССР / ИВС РАН:

Член-корр. АН СССР Степан Николаевич Данилов (1950-1953 гг.)

К.х.н. Алексей Андреевич Коротков (1954-1960 гг.)

К.х.н. Виктор Алексеевич Кропачев (1958-1970 гг.)

Д.х.н., проф. Михаил Михайлович Котон (1959-1970 гг.)

Д.х.н. Георгий Васильевич Самсонов (1960-1966 гг.)

К.ф-м.н. Аскольд Владимирович Сидорович (1970-1986 гг.)

К.х.н. Николай Александрович Глухов (1970-1987 гг.)

Д.х.н., проф. Юрий Николаевич Сазанов (1980-1987 гг.)

Д.х.н., проф. Сергей Сергеевич Скороходов (1987-2004 гг.)

К.ф-м.н. Александр Владимирович Грибанов (1986-1988 гг.)

К.х.н. Виктор Сергеевич Пирогов (1988-1991 гг.)

К.х.н. Валерий Васильевич Кривобоков (1992-1994 гг.)

Д.ф-м.н. Владимир Дмитриевич Паутов (1994-2016 гг.)

Д.х.н. Александр Михайлович Бочек (2004-2009 гг.)

Д.х.н. Татьяна Борисовна Тенникова (2009-2015 гг.)

Д.ф-м.н. Сергей Владимирович Люлин (2015-2015 гг.)

К.ф-м.н. Сергей Владимирович Ларин (2016-2025 гг.)

¹ Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» - Институт высокомолекулярных соединений (филиал НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ - ИВС) с 05 августа 2024 года.

Д.х.н. Александр Вадимович Якиманский (2015-2020 гг.)

Д.ф-м.н., проф. Сергей Васильевич Бронников (2020-2024 гг.)

Ученые секретари ИВС АН СССР / ИВС РАН:

К.х.н. Иван Ильич Матвеев (1948-1950 гг.)

К.х.н. Ольга Порфириевна Козьмина (1950-1950 гг.)

К.х.н. Ольга Ивановна Охрименко (1950-1950 гг.)

К.х.н. Виктор Алексеевич Кропачев (1950-1957 гг.)

К.х.н. Николай Иванович Николаев (1957-1964 гг.)

К.т.н. Прасковья Александровна Ельцова (1964-1966 гг.)

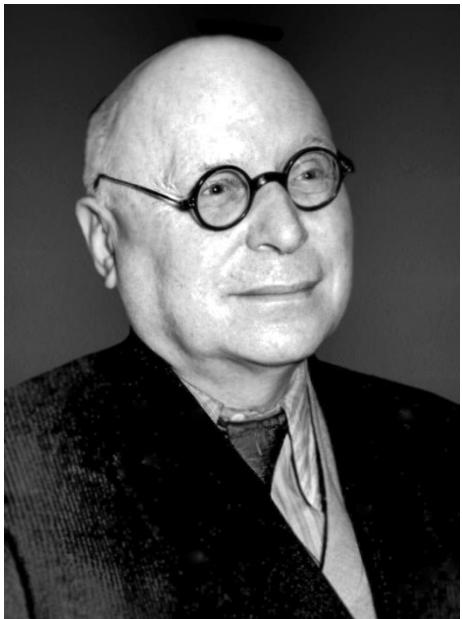
К.ф-м.н. Дмитрий Александрович Дмитриченко (1966-1999 гг.)

К.ф-м.н. Нина Аврамовна Долотова (1999-2017 гг.)

К.х.н. Юлия Олеговна Скуркис (2017-2024 гг.) с 05.08.2024 г. – ученый секретарь филиала

Четырежды Институт менял ведомственную принадлежность: Академия наук СССР (1948-1991 гг.); Российская академия наук (1991-2013 гг.); Федеральное агентство научных организаций (2013-2018 гг.); Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (2018-2023 гг.); Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Распоряжение Правительства РФ от 07.02.2023 г. №268-р).

Название	Дата документа	Документ
Институт высокомолекулярных соединений АН СССР	15.07.1948	Постановление Президиума Академии наук СССР на основании Постановления Совета Министров СССР № 2411-737 от 07.07.1947
Институт высокомолекулярных соединений РАН	21.11.1991	Указ Президента РСФСР № 228
Учреждение Российской академии наук Институт высокомолекулярных соединений РАН	18.12.2007	Постановление Президиума Российской академии наук № 274
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук	13.12.2011	Постановление Президиума Российской академии наук № 262
Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук	07.02.2023	Распоряжение Правительства РФ №268-р
Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» - Институт высокомолекулярных соединений	06.12.2023 г.	Приказ Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» № 3980 о реорганизации ПИЯФ путем присоединения к нему ИВС РАН и ИХС РАН Дата завершения реорганизации: 05.08.2024 г.



Ушаков Сергей Николаевич (1893-1964), член-корреспондент АН СССР, доктор технических наук, профессор Ленинградского технологического института, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, основатель и первый директор Института высокомолекулярных соединений Академии наук СССР (ИВС АН СССР) (1948-1953 гг.).

Родился в г. Кострома. Учился в артиллерийском училище в Петрограде, был мобилизован в Красную армию и участвовал в гражданской войне в качестве артиллерийского офицера и летчика. В 1921 году окончил химический факультет Политехнического института.

Работал в Ленинградском технологическом институте, где в 1929 году организовал первую в стране кафедру технологии пластмасс. Одновременно в 1931-1941 гг. работал в Научно-исследовательском институте пластмасс (в 1931-1938 гг. директор). С 1945 директор Научно-исследовательского института

полимеризационных пластмасс. В 1948 г. возглавил организационную комиссию, созданную на основании Постановления Президиума АН СССР от 15.07.1948 г. во исполнение Постановления Совета министров СССР №2411-737 от 07.07.1947 г. об организации в Ленинграде Института высокомолекулярных соединений АН СССР.

Заложил фундамент основных научных направлений института: химия, физико-химия и физика высокомолекулярных соединений. Сформулировал основные принципы построения структуры полимерных лекарств. Научная школа С.Н. Ушакова существует и развивается, его учениками созданы лекарственные препараты: противотуберкулезные «Совинизон» и «Совинакс», противовирусный «Полирем», противораковый «Поглюкар», антисептические «Повиаргол» и «Катапол», плазмозаменитель «Полиоксидин», кровезаменитель с функцией переноса кислорода «Геленпол».

Основные работы С.Н. Ушакова посвящены изучению процессов получения фенолоальдегидных смол, синтезу и изучению полимеров виниловых соединений, в частности винилацетата, простых эфиров целлюлозы, полимеризации и сополимеризации ненасыщенных соединений. Он разработал метод производства поливинилового спирта и его ацеталей для изготовления авиационного стекла триплекс.

С.Н. Ушаков внес большой вклад в организацию промышленного производства пластмасс. Его заслуги на посту директора НИИ полимеризационных пластмасс и экспериментального завода были высоко оценены: он был награжден двумя Государственными премиями СССР, двумя орденами Ленина и тремя другими орденами, а также медалями.

В Ленинграде в 1970 году установили две мемориальные доски С.Н. Ушакову. В Технологическом институте: «Кафедра химической технологии пластических масс основана в 1929 г. С 1929 по 1959 г. кафедру возглавлял выдающийся ученый, чл.-корр. АН СССР Сергей Николаевич Ушаков» и в Институте высокомолекулярных соединений: «В этом здании с 1948 по 1964 гг. работал видный ученый-химик, член-корреспондент Академии наук СССР Сергей Николаевич Ушаков».



Степан Николаевич Данилов (1889-1978) – второй директор ИВС АН СССР (1953-1960 гг.), член-корреспондент АН СССР, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Татарской АССР.

Научная деятельность С.Н. Данилова была многогранной: он известен работами по классической органической химии, прикладной химии, а также химии высокомолекулярных соединений. Степан Николаевич внес большой вклад в становление химии высокомолекулярных соединений. В 1930 году он создал в Ленинградском химико-технологическом институте первую в СССР кафедру искусственного волокна, возглавлял лабораторию целлюлозы и Институте пластических масс, где проводились фундаментальные исследования по химии и технологии вискозы и медно-аммиачным растворам целлюлозы.

С 1947 года он стал директором Химического института

Ленинградского государственного университета. В стенах университета были выполнены исследования по изомеризации альдегидов и гидроксиальдегидов, вошедшие в органическую химию как перегруппировка Данилова. Логическое развитие эти исследования получили в химии полиолов, углеводов и полисахаридов.

В 1948 году в Ленинграде был создан Институт высокомолекулярных соединений АН СССР, среди его организаторов был и С.Н. Данилов. С 1953 по 1960 годы он являлся директором ИВС АН СССР, а также возглавлял одну из лабораторий института – производных целлюлозы. Под его руководством были разработаны новые методы получения производных природных полисахаридов (целлюлоза и хитин), в частности, обладающих повышенной устойчивостью к воспламенению и горению, а также с улучшенными диэлектрическими свойствами. Эти исследования послужили развитию современных технологий получения искусственных гидратцеллюлозных волокон и пленок, флокулянтов для очистки сточных и питьевых вод, а полученные производные хитина нашли применение в медицине, косметической промышленности, сельском хозяйстве. Велик вклад С.Н. Данилова в обороноспособность страны. Под его руководством была разработана теория нитрации целлюлозы и найдены оптимальные условия получения высоконитрованных целлюлоз и производства порохов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. За эти работы Степан Николаевич был избран действительным действительным членом Академии артиллерийских наук.

Степан Николаевич – выдающийся ученый, организатор и руководитель – был обаятельным человеком, привлекавшим к себе молодежь. Он охотно поддерживал всех, у кого обнаруживал интерес и способности к науке. От своих учеников он требовал точности и воспроизводимости в эксперименте, обоснованности выводов и ясных представлений о практическом применении результатов работ и их дальнейшем развитии.

Сегодня преемниками традиций научной школы С.Н. Данилова являются сотрудники лаборатории природных полимеров.



Котон Михаил Михайлович (1908-2005), член-корреспондент АН СССР, доктор химических наук, профессор, третий директор Института высокомолекулярных соединений Российской Академии наук (1960-1987 гг.). Награжден медалью «За оборону Ленинграда», медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной Войне 1941-1945 гг.», Орденом Ленина, орденом Октябрьской революции, знаком «Отличник здравоохранения».

Организатор науки и руководитель ряда исследовательских проектов по созданию полимерных материалов, имеющих стратегическое значение для развития отечественного авиастроения, приборостроения, электротехники, радиотехники и микроэлектроники.

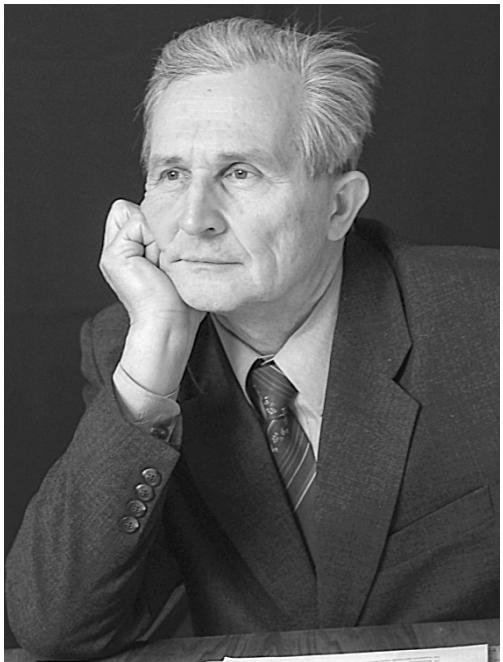
Имя М.М. Котона неразрывно связано с развитием в нашей стране химии металлорганических соединений. В 1931-1935 гг. совместно с Г.А. Разуваевым (впоследствии академиком) он открыл способ генерирования алифатических свободных радикалов разложением металлалкилов. М.М. Котон также стоял у истоков открытия класса кремнийорганических полимеров.

В начале пятидесятых годов под руководством М.М. Котона выполнен цикл исследований по синтезу и полимеризации замещенных стиролов, что позволило на их основе разработать новые материалы для радиотехники высокочастотные термостойкие пленочные диэлектрики для конденсаторов. В 1952 г. М.М. Котон был приглашен на работу в Институт высокомолекулярных соединений Академии наук СССР, где стал заведовать лабораторией синтеза новых термостойких полимеров. Здесь М.М. Котон завершил и довел до практической реализации работу по получению на основе полистирола и ряда люминофоров высокоэффективных сцинтилляционных пластмасс, применяемых для регистрации радиоактивных излучений, получил термостойкие полимеры, содержащие атомы ртути, свинца, олова, сурьмы, висмута, таллия, германия, кремния и фосфора.

В начале 1960-х годов М.М. Котон сфокусировал внимание на синтезе поликонденсационных полимеров. В нашей стране М.М. Котон был пионером в исследовании высокотермостойких полимеров класса полиимидов, относимых в мировой литературе к стратегическим материалам. Проведенные под его руководством комплексные фундаментальные исследования позволили разработать технические материалы для длительной эксплуатации в технических устройствах при температуре 300 °C (и выше) и высоких уровнях радиации.

Автор двух монографий, свыше 600 научных работ и получил свыше 90 авторских свидетельств СССР и патентов РФ. Под руководством М.М. Котона защищено более 50 кандидатских и докторских диссертаций. Создатель признанной научной школы по термостойким полимерам, воспитатель нескольких десятков специалистов высшей квалификации – докторов и кандидатов наук.

М.М. Котон внес весомый вклад в развитие химии полимеров, его работы признаны в мировой литературе приоритетными, результаты работ воплотились в выпускаемые промышленностью материалы. Ученые и последователи М.М. Котона в настоящее время успешно развивают его идеи.



Евгений Федорович Панарин (1938 г.р.) член-корреспондент РАН, профессор, доктор химических наук, советник РАН, четвертый директор ИВС РАН (1987-2015 гг.) является широко известным ученым, внесшим огромный вклад в развитие химии высокомолекулярных соединений. Панарин Е.Ф. – Заслуженный изобретатель Российской Федерации, награжден Медалью «За трудовую доблесть», Орденом «Дружбы народов», Орденом Почета. За выдающиеся научные результаты в области науки и техники ему была присуждена премия Правительства Санкт-Петербурга им. Д.И. Менделеева в области химических наук. С 2015 года по настоящее время Е.Ф. Панарин – научный руководитель Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук и заведующий лабораторией №2 гидрофильных полимеров.

Е.Ф. Панариным обоснованы пути направленной модификации и коррекции биологической активности лекарственных веществ полимерами, разработаны методы синтеза многоцелевых водорастворимых полимеров-носителей с широким набором

функциональных групп, обеспечивающих присоединение биологически активных веществ к макромолекуле заданным типом связи. Принципиальное значение имеют работы по изучению механизмов химических реакций синтеза и превращения полимеров, по химическому и ферментативному синтезу винилсахаридов, исследованию закономерностей получения водорастворимых полимеров на основе N-виниламидов и функциональных виниловых и аллиловых мономеров, а также по изучению реакционной способности функциональных групп полимеров. Панариным Е.Ф. впервые установлена взаимосвязь между химическим строением и собственной биологической активностью функциональных водорастворимых полимеров. В результате этих исследований обнаружен новый класс полимерных веществ, проявляющих антимикробную, противовирусную, противоопухолевую, иммуномодулирующую, ростстимулирующую и другие виды активности. Панариным Е.Ф. сформулированы принципы и разработаны методы построения наноструктурированных полимерных систем с полифункциональной биологической активностью. Под его руководством разработаны технологии производства новых водорастворимых полимеров и полимерных лекарственных препаратов, освоенные отечественной промышленностью.

Панарин Е.Ф. автор более 800 научных работ, включающих монографии «Антимикробные полимеры», «Возбужденные состояния в химии полимеров», «Полимеры – носители биологически активных веществ», учебного пособия «Полимеры в медицине и фармации», и 100 изобретений. Евгений Федорович создал ведущую научную школу «Полимерные функциональные материалы для медицины и биотехнологии», им подготовлено 8 докторов и 13 кандидатов наук.

Он ведет большую научно-организационную и педагогическую деятельность. Панарин Е.Ф. председатель Диссертационного совета ИВС РАН, член Ученого совета ИВС РАН, Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета) и Санкт-Петербургского государственного политехнического университета им. Петра Великого, где он преподаёт на кафедре медицинской биотехнологии, которую в течение ряда лет возглавлял. Панарин Е.Ф. член Научного совета по высокомолекулярным соединениям ОХНМ РАН, член Президиума Санкт-Петербургского Научного центра РАН, заместитель главного редактора журнала «Прикладная химия», член редколлегии журнала «Высокомолекулярные соединения».



Люлин Сергей Владимирович (1971 г.р.) член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, пятый директор Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук (2015-2020 гг.). является известным специалистом в области компьютерного моделирования и аналитической теории полимерных систем.

С.В. Люлин внес существенный вклад в развитие теоретических основ комплексообразования сверхразветвленных полиэлектролитов и получения полимерных нанокомпозитов с контролируемыми свойствами. Им обнаружена корреляция между растворимостью нестехиометрических интерполиэлектролитных комплексов и особенностями инверсии заряда в таких системах. Разработанные С.В. Люлиным подходы к компьютерному моделированию новых гетероциклических полимеров позволили предсказывать их свойства, предваряя химический синтез. Им установлены механизмы управления деформационно-прочностными характеристиками полимерных нанокомпозитов, армированных углеродными наночастицами.

Под руководством С.В. Люлина в ИВС РАН организовано получение в лабораторных масштабах бактериальной целлюлозы, используемой для производства гидрофильных материалов биомедицинского назначения. При участии С.В. Люлина были разработаны новые полимерные композиционные материалы для производства композитного крепежа, используемого в судостроении.

С 2013 г. по настоящее время С.В. Люлин возглавляет лабораторию №7 теории и моделирования полимерных систем ИВС РАН и является членом диссертационного совета Института. Будучи на посту директора он организовал и координировал работу в ИВС РАН двух международных лабораторий в рамках мегагрантов Правительства Российской Федерации, а также выполнение крупных международных проектов в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России». В 2017 году он был отмечен Благодарностью Президента РАН за содействие в развитии сообщества профессоров РАН и активное участие в реализации задач Российской академии наук. В 2020 г. был назначен на пост заместителя Министра науки и высшего образования, в 2021 г. вновь вернулся в академическую среду и приобрел дополнительный опыт научно-организационной работы на посту заместителя Президента РАН. С.В. Люлин является председателем Научно-технического Совета промышленного Композитного кластера Санкт-Петербурга, членом научно-технического Совета при губернаторе Санкт-Петербурга, членом Правления Санкт-Петербургского отделения Российского химического общества им. Д.И. Менделеева, где возглавляет секцию полимеров.

На посту директора С.В. Люлин много внимания уделял развитию деловых отношений с крупными промышленными партнерами. Он инициировал подписание договора о сотрудничестве с Заводом по переработке пластмасс им. Комсомольской правды, подписание меморандума о сотрудничестве с АО «Объединенная судостроительная корпорация», в рамках которого в 2019 году в ИВС РАН открыт «Центр химии материалов для судостроения». Под руководством С.В. Люлина в ИВС РАН выполнялся крупный проект по разработке композитного крепежа для АО «Средне-Невский судостроительный завод».



Якиманский Александр Вадимович (1958 г.р.) доктор химических наук, шестой директор Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук (2020-2025 гг.). А.В. Якиманский известный специалист в области механизмов каталитических реакций полимеризации и поликонденсации, внесший своими работами существенный вклад в развитие теоретических основ этих процессов и в разработку перспективных каталитических систем для получения виниловых полимеров методами живущей анионной и катионной полимеризации и термостойких полигетероариленов методами каталитического полиацилирования.

Работы А.В. Якиманского внесли существенный вклад в развитие поликонденсационных и полимерационных процессов получения технически значимых полимеров с применением высокоэффективных каталитических систем. При участии А.В. Якиманского в ИВС РАН разработаны процессы получения электроизоляционной полиимидной пленки повышенной

термостойкости, крио- и термостойких эластичных полиимидных пен, полиимидных связующих для углепластиков с повышенной трещиностойкостью. Результаты его работы используются в Университетах г. Майнца и г. Байройта при разработке процессов получения полимерных сенсоров на основе узкодисперсных блок-сополимерных систем сложной архитектуры.

С 2008 года А.В. Якиманский возглавляет лабораторию №14 полимерных наноматериалов и композиций для оптических сред ИВС РАН, в которой ведутся работы по синтезуnanoструктурированных функциональных теплостойких нелинейных оптических, и электролюминесцентных полимеров для фотоники и оптоэлектроники. Важное значение имеют его работы в этой области, посвященные структурному анализу новых хромофоров и разработке нелинейных оптических полимерных сред с ковалентным присоединением хромофоров к полимерным цепям для создания электрооптических модуляторов и других оптоэлектронных устройств, а также новых люминофор-содержащих сополифлуоренов с высокой эффективностью электролюминесценции для применения в полноцветных гибких органических дисплеях и энергосберегающих осветительных устройствах. В 2017 году А.В. Якиманский награжден Премией им. Д.И. Менделеева Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники; в 2019 году – Премией С.В. Лебедева за выдающиеся работы в области химии и технологии синтетического каучука и других синтетических полимеров. Также в лаборатории №14 проводятся синтез и исследования новых регулярно привитых полиимидов, которые показали свою перспективность в качестве эффективных мембранных материалов, нанореакторов для синтеза неорганических наночастиц различной природы, наноконтейнеров для эффективной солубилизации агентов фотодинамической терапии и диагностики и их селективной доставки в клетки опухоли.

А.В. Якиманский инициировал открытие в Институте третьей международной лаборатории и активно участвует в работах по мегагранту, посвященных архитектурному программированию полимерных материалов, имитирующих живые ткани. Он является председателем Ученого Совета ИВС РАН, членом Диссертационного Совета ИВС РАН, членом Научного Совета по высокомолекулярным соединениям РАН, членом Научного Совета по химии Санкт-Петербургского Научного Центра РАН, членом редколлегий журналов «Высокомолекулярные соединения» и «Журнал прикладной химии», экспертом РФФИ и РНФ.

Современный ИВС

Институт высокомолекулярных соединений проводит фундаментальные и прикладные научные исследования и разработки в области полимерной, органической, физической, биоорганической химии, экспериментальной и теоретической физики высокомолекулярных соединений. Предметом деятельности Института является синтез, изучение структуры, свойств и возможных областей применения высокомолекулярных соединений, разработка рекомендаций по использованию научных результатов в хозяйстве страны, изучение и обобщение достижений мировой науки по профилю исследований Института, содействие их использованию, осуществление международного научного сотрудничества, подготовка научных кадров высшей квалификации.

Институт высокомолекулярных соединений, как один из ведущих центров в области химии и физики высокомолекулярных соединений, с 1994 года является организатором одного из главных международных форумов о полимерах в России: «Молекулярная подвижность и порядок в полимерных системах», который проводится раз в три года, а также ежегодных: Санкт-Петербургской международной конференции молодых ученых «Современные проблемы науки о полимерах» (с 2005 года), и «Международной конференции по термопластичным полимерам» (с 2014 года).

Благодаря активному развитию международного сотрудничества ИВС РАН в институте за период с 2018 по 2020 гг. открыты 3 новые международные лаборатории в рамках Постановления Правительства № 220 (программа мегагрантов). По количеству мегагрантов (3 поддержанных проекта) ИВС РАН занял первое место среди химических институтов РАН и абсолютное третье место среди всех институтов РАН. Создание новых лабораторий позволило организовать «точки роста» в институте, существенно обновить парк современного научного оборудования, провести работы по текущему ремонту лабораторных помещений, установить новые контакты с крупными промышленными партнерами (АО «ОСК», ПАО «ОАК», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Татнефть», АО «ТАНЕКО» и др.) и привлечь молодые кадры.

В Институте функционируют два внеструктурных подразделения: **Отдел химии полимеров** и **Отдел физики полимеров**. Изначально отделов было четыре: анизотропных полимерных систем; термостойких полимеров; физики полимеров; лекарственных полимеров.

В задачу отделов входит обеспечение эффективного взаимодействия и координация деятельности лабораторий и групп; формирование научно-исследовательских тем, организация научных семинаров и рабочих совещаний; проведение аprobаций и предзащит кандидатских и докторских диссертаций; проведение семинаров по вопросам аттестации сотрудников; представление рекомендаций по кандидатам в состав Ученого совета, выдвигаемых научными подразделениями.

На заседаниях Ученого совета заслушиваются и обсуждаются научные доклады, утверждаются планы научно-исследовательских работ, заслушиваются отчеты о важнейших результатах исследований и доклады кандидатов на замещение вакантной должности главного научного сотрудника, рассматриваются материалы по присвоению ученых званий, утверждаются темы докторских работ и др.

В Институте с 1950 года функционировал Диссертационный совет по присуждению ученых степеней кандидата и доктора наук по специальности высокомолекулярные соединения (химические науки, физико-математические науки). После реорганизации путем присоединения ИВС к Петербургскому институту ядерной физики им. Б.П. Константина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ПИЯФ) в качестве филиала, Диссертационный совет по присуждению ученых степеней кандидата и доктора наук по специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения (химические науки, физико-математические и технические науки) был заново открыт уже на базе ПИЯФ.

В аспирантуре Института в основном обучаются выпускники химического и физического факультетов Санкт-Петербургского государственного университета с профильных кафедр. В последние годы возросла доля аспирантов, имеющих инженерно-технологическое образование, а именно, выпускников Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, Санкт-

Петербургского государственного технологического института (технического университета), Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии и других.

В ИВС РАН была сформирована эффективная система охраны интеллектуальной собственности, разработаны оригинальные методы информационного и патентного экспресс-анализа научно-технического уровня заданной области полимерной науки, системного планирования патентно-информационных исследований на основе изучения динамики патентования и публикационной активности. В 1964 году для помощи исследователям в оформлении заявок на изобретения, публикации статей, для организации выставок, а также для расчетов экономического эффекта исследований была организована патентно-информационная группа №17 (зав. А.А. Попов), в 1973 г. группу возглавил Г.М. Зарубинский. В 1982 г. группа преобразована в лабораторию №17 – патентно-экономических исследований. В 2002 году лабораторию №17, переименованную в лабораторию патентно-информационных исследований, возглавила к.х.н. М.С. Романова, в 2017 г. – её ученица к.э.н. М.С. Ситникова.

В 2017 г. в целях совершенствования структуры Института сформирован Научно-технический отдел (НТО) под руководством ученого секретаря к.х.н. Ю.О. Скуркис. НТО объединил все работы соответствующей его названию направленности: патентное и архивное дело, технические переводы (английский, японский языки), сбор и анализ наукометрических данных, составление проектов планов научно-исследовательских работ института и сводной отчетности, подготовку и ведение дел Диссертационного и Ученого советов, взаимодействие со СМИ в сфере популяризации науки.

В институте находится филиал Библиотеки Академии наук (БАН). В фонде представлена литература на русском и иностранных языках по различным направлениям химической науки, прежде всего по химии и физике полимеров – высокомолекулярные соединения, термостойкие полимеры, жидкокристаллические и водорастворимые полимеры, а также полимеры в биологии, медицине и др. Имеется доступ к фондам крупнейших российских, а также зарубежных электронных библиотек.

ОТДЕЛ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ

В состав Отдела химии полимеров входит семь лабораторий:

№1 синтеза высокотермостойких полимеров (д.х.н. В.М. Светличный)

№2 гидрофильных полимеров (чл.-корр. РАН, д.х.н., проф. Е.Ф. Панарин)

№4 научно-учебная лаборатория физико-химических методов исследования полимерных наносистем и биотехнологических продуктов (к.т.н. И.С. Гаркушина)

№5 природных полимеров (к.х.н., доц. Ю.А. Скорик)

№12 полимерных материалов для биотехнологии и медицины (к.х.н., доц. Е.Г. Коржикова-Влах)

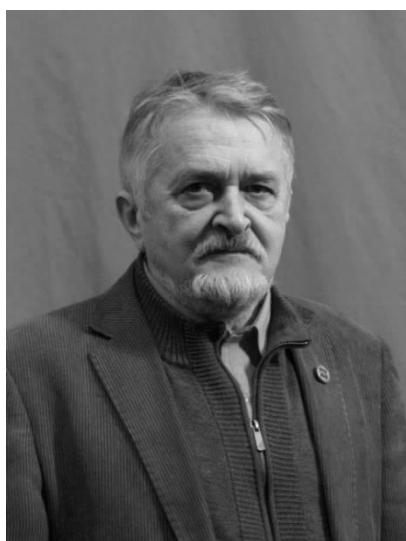
№14 полимерных наноматериалов и композиций для оптических сред (д.х.н. А.В. Якиманский)

№15 анизотропных и структурированных полимерных систем (д.х.н., доц. А.В. Теньковцев)

Руководитель Отдела химии полимеров д.х.н., доц. А.В. Теньковцев.

Лаборатория №1 — синтеза высокотермостойких полимеров

Руководитель: д.х.н. В.М. Светличный



Профиль лаборатории:

Синтез полигетераариленов (полиимида, полифенилхинолины, полииндоловкарбазолы и органо-неорганические композиты на их основе), установление связи химического строения с физическими свойствами и поиск путей практической реализации синтезированных соединений.

Направления исследований:

газоразделение).

3. Синтез термопластичных и термореактивных полиимидов и органо-неорганических систем (нанокомпозитов) на их основе для получения армированных конструкционных материалов повышенной теплостойкости.

4. Синтез полимеров для получения пленок Ленгмюра-Блоджетт в целях использования в микроэлектронике и микросистемной технике.

Лаборатория № 1 – одна из старейших лабораторий Института была создана в первые дни его существования (1948 г.). Ее возглавил член-корреспондент АН СССР, профессор С.Н. Ушаков – организатор Института и его первый директор. В 1953 году заведующим лабораторией был назначен доктор химических наук, профессор М.М. Котон (в 1960 г. избран членом-корреспондентом АН СССР и назначен директором Института). На посту заведующего лабораторией его сменил в 1988 г. доктор химических наук В.В. Куряевцев, который возглавлял лабораторию с 1988 по 2009 г. С 2009 г. лабораторией руководит доктор химических наук В.М. Светличный.

Задачей лаборатории №1 явилось проведение поисковых теоретических и экспериментальных исследований методами полимеризации (сополимеризации), реакций в цепях макромолекул и реакций поликонденсации. Под руководством Котона М.М. в 1953-1960 гг. был проведен ряд важных полимеризационных исследований: синтез и изучение структуры и свойств полимеров акрилового и метакрилового рядов с целью создания новых теплостойких прозрачных полимеров для остекления кабин скоростных самолетов; получение высокоэффективных сцинтилляционных пластмасс на основе

полистирола для регистрации различных радиоактивных излучений; синтез и полимеризация непредельных винильных производных ароматического и гетероциклического ряда с целью получения более теплостойких, чем полистирол и достаточно прозрачных полимеров; синтез и полимеризация (сополимеризация) акролеина, метакролеина и их производных; полимеризация (сополимеризация), поликонденсация элементоорганических полимеров. Синтезированные в лаборатории №1 полимеры детально исследовались в физических лабораториях Института для установления влияния химического строения получаемых полимеров (сополимеров) на их молекулярную и надмолекулярную структуру и свойства (механические, термические, оптические, диэлектрические и др.).

Возрастающая потребность в высокотермостойких материалах с комплексом ценных технических свойств потребовала от коллектива лаборатории №1 перестройки ее тематики. На смену полимеризационным полимерам пришли поликонденсационные. К этому времени (60-е годы) в литературе появились сведения о синтезе и некоторых свойствах различных полигетероариленов. Особенно успешными оказались работы в области ароматических полиимидов, полиамидоимидов и их производных. В лаборатории №1 (Флоринский Ф.С.) были синтезированы диангидрид пиromеллитовой кислоты и 4,4'-диаминодифениловый эфир, и на их основе получены впервые в нашей стране негорючие, термо- и химически стойкие, обладающие высокими механическими и диэлектрическими свойствами полипиromеллитимиды. Этими важными свойствами была определена перспективность проведения исследований в области ароматических полиимидов (ПИ) и их производных, которые на ряд лет определили тематику поисковых исследовательских работ не только лаборатории №1, но и комплексных научно-исследовательских работ в области ПИ и их производных почти во всех лабораториях ИВС. В лаборатории №1 был детально изучен метод синтеза ПИ, так называемой, химической имидизации. Показаны сходства и различия в способах получения ПИ методами термической и химической имидизации (В.В. Кудрявцев, Т.К. Мелешко). Был проведен цикл работ (В.В. Кудрявцев и В.П. Склизкова) по установлению влияния молекулярных характеристик и молекулярной массы полиамидокислот (ПАК) на свойства получаемых ПИ. Большое теоретическое значение имеет цикл работ В.М. Светличного, посвященный количественной оценке реакционной способности мономеров в поликонденсационной реакции образования полиимидов. Из производных ароматических ПИ следует отметить исследования полиамидоимидов (ПАИ) под руководством Гусинской В.А. (1974 г.), которые оказались наиболее успешными. Эти работы получили большое развитие, так как полиамидоимиды удачно сочетают в себе как свойства ароматических полиамидов, так и ароматических полиимидов. Важное значение имеют работы, проведенные (П.И. Чупанс, Н.В. Кукаркина) под руководством В.Н. Артемьевой (1990-2000 г) по исследованию структурной самоорганизации реагентов в синтезе полиимидов в ходе поликонденсации диаминов с кислыми диэфирами и изучение процесса их пенообразования.

В период с 2000 по 2007 год проводились работы по синтезу и исследованию полимеров, обладающих фотопроводимостью, светочувствительностью, нелинейно оптическими свойствами для ряда оптоэлектронных приложений (Г.И. Носова, Н.А. Соловская, М.Я. Гойхман, Е.Л. Александрова, Л.А. Мягкова, А.А. Мартыненков, Г.К. Лебедева,) при участии А.В. Якиманского. Это позволило организовать в 2007 новую лабораторию, занимающуюся исследованием оптических свойств полимеров (зав. А.В. Якиманский). В этом же году к лаборатории №1 была присоединена группа №22 – полимерных мембран диффузного типа. В 2016 году коллектив лаборатории №1 пополнился группой сотрудников (Г.К. Лебедева, Л.И. Рудая, М.Н. Большаков) из лаборатории многокомпонентных полимерных систем для микроэлектроники. В 2019 году мембранный тематика была расширена в связи с переводом в лабораторию №1 сотрудников лаборатории №11 – полимеризации специфичных мономерных систем, (зав. лаб. чл.-корр. РАН, д.х.н. С.С. Иванчев (1932-2019)). Исследования по разработке первапорационных и газоразделительных мембран, в том числе для водородной энергетики, в настоящее время активно развиваются под руководством д.х.н. С.В. Кононовой (Г.К. Лебедева, О.Н. Примаченко, Е.А. Мариненко).

В период с 2013 по 2019 г. был выполнен цикл работ (В.М. Светличный, Е.Л. Александрова, Л.А. Мягкова, Матюшина Н.В., Кудрявцев В.В.) по синтезу полифенилхинолинов – полимеров с развитой системой сопряжения, обладающих как электронной, так и дырочной проводимостью, перспективных в качестве материала для создания не только органических светоизлучающих диодов, но и

полупроводников р-типа для органических полевых транзисторов (OFET) и фотовольтаических ячеек. На протяжении ряда лет в лаборатории совместно с кафедрой микро- и наноэлектроники ЛЭТИ проводились исследования (С.И. Голоудина, В.П. Склизкова, В.М. Светличный) по формированию графеноподобных пленок, получаемых карбонизацией соответствующих полиимидных пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе синтеза ряда жесткоцепных полиамидокислот (ПМ-ПФ, ДФ-ПФ, ДФ-Б), с использованием ди- и тризамещенных третичных аминов.

Разработка термопластичных плавких полиимидов на основе ароматических многоядерных мономеров (В.М. Светличный) дала толчок развитию целого направления работ по синтезу новых химических структур плавких термостойких ПИ. Важным этапом явилась разработка частично кристаллических ПИ, способных к управляемой кристаллизации, обратимой плавкости, которые могут при нагревании переходить в вязкотекучее состояние (В.М. Светличный, А.Л. Диденко, Л.А. Мягкова, В.В. Кудрявцев). Эти исследования были направлены на решение основной проблемы высокотермостойких угленаполненных композитов, сочетающих высокую теплостойкость композита с высокой вязкостью межслоевого разрушения (трещиностойкостью), и получение композиционных конструкционных материалов для судостроения и гиперзвуковой авиации. Разработка синтеза частично кристаллических ПИ в виде плавких порошков с использованием методов химической и термической имидизации (А.Л. Диденко, В.М. Светличный) расширила диапазон их технологического применения в качестве материалов для 3D-печати.

На основе многоядерных мономеров были разработаны пленочные связующие для изготовления стеклопластиков сложной конфигурации, проведены исследования по синтезу плавких гибридных полиимид-кремнийорганических связующих с использованием MQ-смол для получения армированных углепластиков (В.М. Светличный, Л.А. Мягкова) совместно с лабораторией ИНЭОС РАН (А.М. Музрафов).

Выполнен цикл работ (В.М. Светличный, Л.А. Мягкова) по отработке условий синтеза солей полиамидокислот различного химического строения и получения термопластичного нетканого материала на основе микро- и нановолокон из ароматических полиэфиримидов с использованием процесса электроформования.

В лаборатории успешно развивается, предложенное В.В. Кудрявцевым, новое направление (А.Л. Диденко, А.Н. Бугров), включающее дизайн и разработку синтеза сополи(уретан-имидов), сополи(мочевин-имидов), проявляющих свойства высокотеплостойких эластомеров. Эти полимеры перспективны в качестве конструкционных материалов, связующих для виброремонтирующих металлполимерных ламинатов, филаментов для 3D-печати и мембран для фармацевтической и биотехнологической индустрии.

Исследования в области полиимидов являются крупной комплексной совместной работой химиков и физиков, экспериментаторов и теоретиков, что позволяет всесторонне изучать этот интересный класс термостойких негорючих полигетераариленов.

Лаборатория №2 — гидрофильных полимеров

Руководитель: чл.-корр. РАН, д.х.н., профессор Е.Ф. Панарин



Профиль лаборатории:

Разработка научных основ синтеза гидрофильных функциональных полимеров, изучение их строения, свойств и собственной биологической активности. Изучение реакций в цепях водорастворимых полимеров, содержащих различные функциональные группы, как с модельными соединениями, так и с низко- и высокомолекулярными биологически активными веществами. Установление взаимосвязи между химическим строением и биологической активностью полимеров, изучение влияния макромолекулярной природы и типов связи на биологические свойства модифицированных синтетическими и природными полимерами веществ. Создание полимерных наноструктурированных систем и нанокомпозитов биомедицинского назначения. Теоретическое и экспериментальное исследование элементарных химических процессов образования полимеров. Исследование структуры и электронных характеристик молекул и их комплексов.

Направления исследований:

1. Разработка методов синтеза гидрофильных функциональных мономеров, исследование процессов их гомо- и сополимеризации, синтез водорастворимых и сшитых реакционноспособных полимеров, исследование их структуры, свойств и собственной биологической активности.
2. Изучение элементарных химических процессов и механизмов реакций образования и превращения водорастворимых полимеров, содержащих различные функциональные группы, в реакциях с низко- и высокомолекулярными модельными и биологически активными веществами.
3. Установление взаимосвязи между химическим строением и биологической активностью полимеров, изучение влияния макромолекулярной природы и типов связи на биологические свойства модифицированных полимерами веществ.
4. Создание и исследование наноструктурированных полимерных систем, нанокомпозитов и систем целевого транспорта биомедицинского назначения.
5. Теоретическое исследование элементарных химических процессов в реакциях полимеризации и реакциях модельных низкомолекулярных соединений. Исследование структуры и электронных характеристик молекул и их комплексов.

В 1963 году лаборатория, которой руководил В.А. Долгоплоск, была разделена на три подразделения: лабораторию №3 – механизма полимеризации (Б.Л. Ерусалимский), лабораторию №15 – реакций в цепях полимеров (В.А. Кропачев) и группу №22 – по изучению полимеризационных процессов (Г.П. Белоновская). В 1980 году из лаборатории №15 была выделена группа Е.Ф. Панарина и введена в лабораторию №2 – синтеза прозрачных теплостойких полимеров и мягких эластичных линз, которую с 1968 до 1980 года возглавляла И.А. Арбузова. После реструктуризации лаборатория №2 стала называться лабораторией гидрофильных полимеров, и ее возглавил Е.Ф. Панарин, чтобы развивать направление, созданное С.Н. Ушаковым, по разработке полимерных лекарственных веществ. Группа под руководством И.А. Арбузовой в составе лаборатории №2 и группа №17 Е.Н. Ростовского продолжили заниматься термостойкими стеклами и прозрачными материалами для офтальмологии. Ими был разработан материал Гиполан для изготовления мягких контактных линз. Работа проводилась совместно с НИИ глазных болезней им. Гельмгольца. Выпуск Гиполана был организован в г. Дзержинск на опытном производстве НИИ полимеров им. В.А. Каргина. Совместно с ВМА им. С.М. Кирова проводились работы по созданию искусственного хрусталика. В 90-х эти исследования в институте были прекращены.

Для внедрения разработанных полимерных лекарственных веществ в производство из состава лаборатории №2 была специально выделена химико-технологическая группа под руководством Ф.Б. Найдиса, к которой присоединились В.В. Копейкин и Ю.Г. Сантурян. Группа занималась разработкой

опытных технологий и нормативно-технической документации. Благодаря их усилиям в СССР было налажено производство препаратов Поглюкар, Повиаргол, Акромидан.

В 2009 году в лабораторию №2 была введена группа К.К. Калниньша, занимавшаяся исследованием элементарных химических реакций.

Лаборатория №3 — Полимерных и гибридных материалов для мембранных процессов

Руководитель: д.х.н. С.В. Кононова



Профиль лаборатории:

Разработка научных основ синтеза и формирования полимерных или гибридных мембран сложной архитектуры, с целью выявления основных факторов управления их функциональными свойствами.

Направления исследований:

1. Создание, развитие и поддержание научно-технической, экспериментальной и методической лабораторной базы для проведения научно-исследовательских работ.
2. Разработка методов синтеза материалов мембранных назначения из полимеров различных классов (как синтетических, так и природных), способных к формированию сложных надмолекулярных структур, эффективных в процессах разделения.
3. Синтез полимеров класса ароматических полиимида (полиимида с различными реакционно - способными функциональными группами, в частности, сульфокислотными группами, полиэфириимида, полиамидоимида и др.) для формирования мембран различного назначения.
4. Разработка научных основ технологии получения мембран сложной морфологии, как полимерных, так и гибридных; исследование их структуры.
5. Получение и модификация полиэлектролитных мембран различной функциональности и назначения, в том числе первапорационных мембран на основе полиэлектролитных комплексов, а также протонопроводящих мембран.
6. Исследование транспортных свойств мембран различного назначения, в том числе первапорационных, газоразделительных, фильтрационных свойств или протонной проводимости, в зависимости от особенностей их химического строения и архитектуры.

Мембранный тематикой в институте занимались на протяжении почти сорока лет. Инициатором организации данного направления исследований в ИВС был Президент АН СССР академик А.П. Александров, который в 1985 году предложил использовать полимерную базу института для разработки новых типов мембран. В 2016 году в связи с присоединением к ИВС Санкт-Петербургского филиала Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН в Институте начались работы по усовершенствованию процессов получения мембран типа Аквион и Нафиян (С.С. Иванчев, С.В. Кононова), и мембранный тематика дополнительно расширилась. В связи с этим в государственном задании Института появилась новая тема, полностью посвященная мембранным процессам. В 2024 году администрация поддержала инициативу д.х.н. Светличного В.М. и д.х.н., проф. Кудрявцева В.В. о выделении из лаборатории № 1 группы сотрудников, работающих под руководством д.х.н. С.В. Кононовой, чтобы организовать новую лабораторию с целью усиления и развития актуального современного направления исследований – разработка материалов для энергосберегающих процессов мембранныго разделения.

Лаборатория №4 — Научно-учебная лаборатория физико-химических методов исследования полимерных наносистем и биотехнологических продуктов

Руководитель: к.т.н. И.С. Гаркушина



Профиль лаборатории:

Изучение равновесных, кинетических и динамических закономерностей взаимодействия сшитых и растворимых гидрофильных полимеров с биологически активными веществами. Разработка на основе синтетических и природных полимеров новых биотехнологических сорбентов и биомедицинских материалов. Разработка биотехнологических процессов получения высокоочищенных субстанций лекарственных веществ, методов связывания биологически активных веществ высокоселективными растворимыми и сшитыми полимерами, методов иммобилизации ферментов.

Исследование флокуляции биологических жидкостей растворимыми полиэлектролитами. Синтез нанокомпозитов биомедицинского назначения на основе водорастворимых полимеров и наночастиц биогенных элементов. Изучение процессов формирования и морфологических характеристикnanoструктур методами молекулярной оптики и гидродинамики.

Направления исследований:

1. Разработка методов регулирования селективности сорбции биологически активных веществ на полимерных сорбентах.
2. Разработка и исследование свойств функциональных растворимых и сшитых полимерных материалов для создания эфферентных методов удаления токсических веществ из организма человека (мочевой кислоты, глюкозы, эндотоксина и т.д.).
3. Синтез и исследование биоспецифических полимеров с целью разработки методовфорочистки культуральных жидкостей и нативных растворов антибиотиков, в том числе противоопухолевых и антибактериальных. Разработка «down-stream» процессов получения высокоочищенных субстанций лекарственных веществ, соответствующих международным фармакопейным требованиям (антибиотиков, ферментов и т.д.).
4. Исследование процессов образования и физико-химических свойств гибридных полимерных нанокомпозитов на основе наночастиц биогенных элементов. Разработка способов иммобилизации ферментов с использованием наночастиц биогенных элементов с целью создания препаратов пролонгированного действия и повышения их стабильности и активности.

В 1959 году в связи с тем, что лаборатории физической и коллоидной химии полимеров (зав. С.Е. Бреслер) изменила профиль исследований и была преобразована в лабораторию биополимеров (*в 1970 году по Постановлению Президиума АН СССР эту лабораторию перевели в ЛФТИ АН СССР, а затем в ЛИЯФ АН СССР*), из нее выделилась группа коллоидной химии полимеров, в дальнейшем – лаборатория №11 физической химии полиэлектролитов и физиологически активных полимеров (зав. Г.В. Самсонов). В 1987 году лабораторию №11 возглавила д.х.н. Н.П. Кузнецова, затем д.х.н. А.А. Демин (1999-2014). В 2003 году путем выделения из лаборатории №11 образовалась группа №27 – физико-химических методов получения и исследования полимерных биологических продуктов (рук. к.х.н. О.А. Писарев (2003-2020 гг.)). Поскольку организационным направлением работы группы являлась учебная и учебно-методическая деятельность на базовой кафедре медицинской биотехнологии факультета медицинской физики и биоинженерии СПбГПУ, организованной в 2006 году, группу реорганизовали в Научно-учебную лабораторию физико-химических методов исследования полимерных наносистем и биотехнологических продуктов. В 2007 году лабораторию №27 переименовывали в Научно-учебную лабораторию физико-химических методов исследования полимерных наносистем и биотехнологических продуктов, в 2009 году – присвоили № 4. В 2020 году лабораторию возглавила к.т.н. И.С. Гаркушина.

Лаборатория №5 — природных полимеров

Руководитель: к.х.н., доц. Ю.А. Скорик



Профиль лаборатории:

Изучение реакционной способности в полимераналогичных превращениях и надмолекулярной организации природных полисахаридов различного происхождения. Исследование процессов сольватации и растворения природных и модифицированных полисахаридов, физико-химических свойств растворов полисахаридов и их смесей с другими полимерами в общем растворителе. Получение и изучение наноструктурированных материалов биомедицинского назначения на основе природных и модифицированных полисахаридов.

Направления исследований:

1. Разработка методов синтеза функциональных производных полисахаридов (целлюлоза, хитин, хитозан), исследование их структуры, химических и физико-химических свойств, биологической активности.
2. Создание и исследование наноструктурированных полимерных систем на основе природных полисахаридов и их производных для систем направленного транспорта биологически активных соединений.

3. Получение и исследование свойств композитных матриц (пленки, губки, гели, нановолокнистые нетканые материалы) биомедицинского назначения на основе природных и модифицированных полисахаридов.

4. Изучение образования поликомплексов хитозана с кислотными полисахаридами (гиалуроновая, альгиновая кислоты, каррагинан, производные целлюлозы).

5. Исследование процессов сольватации, растворения полимеров и изучение физико-химических свойств растворов целлюлозы, ее производных и смесей полимеров в неводных, водных и водно-соловых системах растворителей.

6. Изучение свойств физических термообратимых гелей на основе природных полимеров и их производных в водных и неводных системах.

Современная лаборатория природных полимеров выросла из научных школ чл.-корр. С.Н. Данилова и чл.-корр. Н.И. Никитина. Лаборатория №5 производных целлюлозы (химических превращений целлюлозы), основателем которой являлся С.Н. Данилов, была организована в 1949 году. В 1959 году по Постановлению Президиума АН СССР из Института леса АН СССР в ИВС перевели группу сотрудников под руководством Н.И. Никитина, из которых была организована группа №12 – химии древесины, которую в 1964 году реорганизовали в лабораторию №12 – физической химии древесины и целлюлозы (зав. Г.А. Петропавловский).

В лаборатории химических превращений целлюлозы больше внимания уделялось вопросам получения новых производных целлюлозы, тогда как в лаборатории химии древесины и целлюлозы в первые годы ее существования исследовали влияние химического состава древесной целлюлозы, полидисперсности целлюлозы из разного вида древесного сырья и морфологии волокон на реакционную способность целлюлозы при производстве гидратцеллюлозных волокон и пленок вискозным методом.

В 1986 году лаборатории №5 и №12 объединили в одну лабораторию №5 – химии и физической химии целлюлозы и ее производных (зав. Г.А. Петропавловский). В 2004 году переименовали в лабораторию химии и физико-химии природных полимеров (зав. А.М. Бочек). В период 2004-2014 гг. в лаборатории в большей степени уделяли внимания изучению свойств растворов целлюлозы в новых неводных растворяющих системах, получению композиционных материалов на основе водорастворимых производных целлюлозы с синтетическими полимерами для медицинских целей, а также химической модификации хитозана.

В 2014 году лаборатория №11 – физической химии полиэлектролитов вошла в состав лаборатории №5 – природных полимеров, которой с 2014 года руководит к.х.н., доц. Ю.А. Скорик.

Лаборатория №12 — полимерных материалов для биотехнологии и медицины

Руководитель: к.х.н., доц. Е.Г. Коржикова-Влах



Профиль лаборатории:

Разработка методологических подходов к формированию полимерных микро- и наночастиц требуемого размера, дисперсности, поверхностной структуры и функциональности. Синтез биодеградируемых и/или биосовместимых сополимеров биомедицинского назначения, включая амфи菲尔ные сополимеры, способные к самоорганизации в водных средах. Разработка методов функционализации и модификации синтетических (со)полимеров, а также полимерных микро- и наночастиц биологически активными веществами. Получение функциональных полимерных и композиционных материалов различной архитектуры: микро- и наночастицы, крио- и гидрогели, макропористые и супермакропористые материалы монолитного типа, пленки, а также матрицы, полученные методом 3D печати. Создание твердофазных систем молекулярного распознавания, сорбентов для выделения и анализа биотехнологических продуктов. Исследование и апробация полученных полимеров в качестве систем доставки лекарств, материалов для регенеративной медицины, биоанализа, биокатализа и твердофазной экстракции.

Направления исследований:

1. Изучение процесса криотропного гелеобразования сульфосодержащих мономеров;
2. Формирование полимерных микро- и наночастиц заданной структуры, морфологии и функциональности;
3. Разработка методов синтеза биодеградируемых, биосовместимых и/или биореакционноспособных полимеров, включая амфи菲尔ные сополимеры;
4. Разработка методов формирования полимерных и композиционных материалов различного дизайна (полимерные макро- и супермакропористые монолиты, тонкие слои, пленки, гидрогели, 3D-печатные матрицы);
5. Исследование процессов инкапсулирования, конъюгирования и образования полизелектролитных комплексов с лекарственными субстанциями или биологически активными (макро)молекулами;
6. Разработка методов биологической функционализации полимерных материалов с использованием ковалентных и нековалентных методов модификации с целью получения функциональных материалов;
7. Тестирование разработанных материалов в режиме их назначения.

В 2000 году дирекция Института, взяв на вооружение опыт зарубежных университетских лабораторий, где работает небольшое количество штатных сотрудников, а остальные – аспиранты и студенты, выдвинула инициативу: организовать научно-исследовательскую учебную лабораторию для подготовки специалистов-химиков для ИВС. С этой целью из состава лаборатории №15 – анизотропных и структурированных полимерных систем была выделена часть коллектива и сформирована лаборатории №12 – полимерных сорбентов и носителей для биотехнологии, которую возглавил д.х.н. А.Ю. Билибин, а его заместителем была назначена д.х.н. Т.Б. Тенникова, в дальнейшем ставшая руководителем лаборатории. С 2016 года по настоящее время лабораторией руководит к.х.н., доцент Коржикова-Влах Евгения Георгиевна, ученица Татьяны Борисовны Тенниковой. В 2018 году в состав лаборатории №12 влилась группа сотрудников из лаборатории №9, занимающаяся синтезом полимерных микросфер. Это связано с расформированием Лаборатории синтеза пептидов и полимерных микросфер (зав. д.х.н. С.В. Буров) в связи с переходом группы синтеза пептидов на работу в Медико-биологический научно-производственный комплекс «Цитомед». В 2023 году в связи с изменением профиля работ и ориентацию на создание материалов для биотехнологии и медицины лабораторию переименовали.

Лаборатория №14 — полимерных наноматериалов и композиций для оптических сред

Руководитель: д.х.н. А.В. Якиманский



Профиль лаборатории:

Разработка высокоэффективных методов направленного синтеза новых гребнеобразных и звездообразных полимеров на основе полиимидов с привитыми (производные метакриловой кислоты, полилактид, поликапролактон) цепями, определяющими функциональные свойства (рН и термочувствительность, биосовместимость и биоразлагаемость) сополимеров. Изучение молекулярных характеристик и физико-химических свойств указанных сополимерных структур с целью оптимизации условий для получения материалов с заданными свойствами.

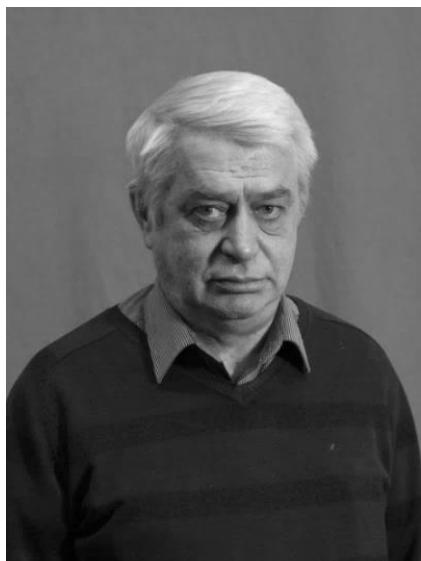
Направления исследований:

1. Разработка методов синтеза полимерных материалов с нелинейными оптическими свойствами второго и третьего порядков на основе линейных и разветвленных гетероцепочных полимеров с ковалентно присоединенными хромофорными группами.
2. Синтез макромолекулярных лигандов и их комплексов с переходными и редкоземельными металлами, обладающих (электро)катализической активностью, фото- и электролюминесцентными свойствами.
3. Разработка научных основ технологии получения интенсивно люминесцирующих сопряженных полимеров, в частности, сополифлуоренов, для создания высокоэффективных светодиодных оптоэлектронных устройств и осветительных приборов.
4. Разработка методов синтеза и исследование молекулярных характеристик и функциональных свойств макромолекул сложной архитектуры, в частности, регулярных полиимидных щеток с боковыми цепями виниловых полимеров.

В период с 2000 по 2007 год в лаборатории №1 – старейшей лаборатории Института, организованной в 1948 году и первые 5 лет возглавляемой член-корр. АН СССР С.Н. Ушаковым, а затем член-корр. АН СССР М.М. Котоном – проводились работы по синтезу и исследованию полимеров, обладающих фотопроводимостью, светочувствительностью, нелинейно оптическими свойствами для ряда оптоэлектронных приложений (А.В. Якиманский, Г.И. Носова, Н.А. Соловская, М.Я. Гойхман, Е.Л. Александрова, Л.А. Мягкова, А.А. Мартыненков, Г.К. Лебедева). Активное развитие данного направления исследований позволило в 2007 году выделить из состава лаборатории №1 группу сотрудников и организовать новую лабораторию №14 – синтеза полимеров и композиций для высокотеплостойких оптических сред (зав. А.В. Якиманский), в 2009 году переименованную в лабораторию №14 – полимерных наноматериалов и композиций для оптических сред. В 2016 году коллектив лаборатории №14 пополнился группой сотрудников лаборатории №3 – многокомпонентных полимерных систем для микроэлектроники (зав д.х.н. В.В. Шаманин (1953-2016)).

Лаборатория №15 — анизотропных и структурированных полимерных систем

Руководитель: д.х.н., доц. А.В. Теньковцев



Профиль лаборатории:

Разработка методов синтеза полимеров и полимерных систем посредством формирования супрамолекулярных структур, обладающих нелинейными оптическими и фотопроводящими свойствами. Получение полимерных нанокомпозитов и исследование их свойств в энергонасыщенных средах. Исследование влияния надмолекулярного упорядочения и самоорганизации в полимерных системах на их фотофизические свойства.

Развитие новой концепции химического конструирования специфических полифункциональных мономерно-олигомерных систем, участвующих в каскадах последовательно-параллельных реакций и приводящих к множеству высокотехнологичных термореактивных полимеров с ценным комплексом свойств (роливсанов).

Разработка научных основ получения термостойких химически стойких и прочных сетчатых полимеров нового типа, полимерных и композиционных материалов на их основе, способных изменять свою химическую, топологическую и надмолекулярную структуру и свойства в процессе термической и/или каталитической обработки.

Направления исследований:

1. Разработка методов получения двойных и тройных супрамолекулярных полимерных структур, обладающих нелинейными оптическими и фотопроводящими свойствами, на основе комплексов каликсаренов и циклодекстринов ионного и ионно-гидрофильно-гидрофобного типа, в том числе содержащих ионы металлов и фуллерен.
2. Синтез, изучение структуры и свойств термостойких сетчатых сополимеров на основе термокаталитических превращений мономерно-олигомерных систем (роливсанов) с полифункциональными соединениями и композициями.
3. Исследование механизма окислительной полимеризации анилина и влияния условий проведения реакции на морфологию полианилина. Синтезnanoструктурированных композитов на основе полианилина.

В 1962 году из состава лаборатории №4 поликонденсационных процессов (зав. А.А. Ваншайдт) по инициативе дирекции выделена молодежная поисковая группа №23 – по синтезу новых полимеров, чтобы развивать метод катионной полимеризации – единственный метод синтеза не представленный в Институте. С 1975 года группа становится лабораторией №23 синтеза и методов образования полимерных систем (зав. д.х.н. С.С. Скороходов). Лаборатория «Формирования анизотропных полимерных систем» с присвоением номера 15 была образована в 1988 году в результате выделения из лаборатории №23 с целью разработки условий синтеза жидкокристаллических полиэфиров разнообразного химического строения – алкиленарomaticих полимеров, мультиблок сополимеров, полиарилатов с уникально низким коэффициентом термического расширения, получение и исследование нового класса мезоморфных полимеров с изменяемой геометрией мезогенной группы, а также амфи菲尔ных звездообразных полимеров на основе циклофанов. Руководителем лаборатории в период с 1988 до 2000 гг. являлся д.х.н. Александр Юрьевич Билибин. С 2000 года по настоящее время лабораторию возглавляет д.х.н., доц. Андрей Витальевич Теньковцев.

В 2009 году в состав лаборатории №15 вошла лаборатория термостойких полифункциональных сшитых полимеров под руководством д.х.н. Бориса Александровича Зайцева. История этого научного подразделения началась в 1960 году, когда была организована группа №16 – по изучению насыщенных олигомеров (зав. Г.А. Штрайхман), в 1965 года ставшая лабораторией под руководством д.х.н. Б.А. Зайцева.

В состав нынешней лаборатории «Анизотропных и структурированных полимерных систем» входят группы, выполняющие исследования в области:

- синтеза термочувствительных цилиндрических и сферических полимерных щеток с полиоксазолиновыми и поли-5,6-дигидрооксазиновыми лучами и, в случае звездообразных полимеров – макроциклическими циклофановыми ядрами;
- термостойких стеклообразных композитов, нашедших применение как высокотехнологичных экологически безопасные электроизоляционные заливочные компаунды для стекло- и углепластиков, способных к эксплуатации в течение нескольких тысяч часов при 250 °C в воздушной среде;
- получения композиционных материалов на основе полианилина и полипиррола, пригодных для использования в качестве электродов в аккумуляторных батареях и топливных элементах.

ОТДЕЛ ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ

В состав Отдела физики полимеров входит одиннадцать лабораторий:

№7 теории и моделирования полимерных систем (чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. С.В. Люлин)

№8 механики полимеров и композиционных материалов (д.ф.-м.н., доц. В.Е. Юдин)

№10 люминесценции, релаксационных и электрических свойств полимерных систем (к.ф.-м.н. Р.Ю. Смыслов)

№13 структуры и морфологии полимеров (В.К. Лаврентьев)

№16 молекулярной физики полимеров (д.ф.-м.н. А.П. Филиппов)

№19 физической химии полимеров (д.ф.-м.н. С.В. Бронников)

№20 Аналитическая лаборатория (д.х.н. В.Д. Красиков)

группа №21 спектроскопии полимеров (к.ф.-м.н. А.В. Добродумов)

№22 многомасштабного экспериментального исследования и моделирования полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения (к.ф.-м.н. С.В. Ларин)

№23 полимерных биоматериалов и систем (д.ф.-м.н. А.А. Гуртовенко)

№ 24 биомиметических полимеров (д.ф.-м.н. О.В. Борисов)

Руководитель Отдела физики полимеров д.ф.-м.н., доц. В.Е. Юдин.

Лаборатория №7 — теории и моделирования полимерных систем

Руководитель: чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. С.В. Люлин.



Профиль лаборатории:

Проведение теоретических расчетов по статистической механике и динамике сложных полимерных систем с частичной упорядоченностью и развитой молекулярной подвижностью.

Направления исследований:

1. Теория и компьютерное моделирование разветвленных макромолекул и полимерных щеток.
2. Самоорганизация амфи菲尔ных блоксополимеров.
3. Теория и моделирование механических свойств отдельных полимерных и биополимерных молекул.
4. Влияние меж- и внутримолекулярных взаимодействий на структуру и подвижность сверхразветвленных полиэлектролитов и их комплексов.
5. Структура и динамика линейных и разветвленных полипептидов и полисахаридов.
6. Компьютерное моделирование сложных биополимерных систем.
7. Теория и моделирование динамических свойств сетчатых и древовидных полимерных систем. Структурные изменения при фазовых переходах в жесткоцепных гетероциклических полиэлектролитах.
8. Компьютерное моделирование органо-неорганических композитов для биомедицинских применений.
9. Многомасштабное моделирование термопластичных полиимидов и нанокомпозитов на их основе.

В 1973 году из состава лаборатории №7 **структуре полимеров** (М.В. Волькенштейн) выделена теоретическая группа, с 1980 года лаборатория №25 – теории и математического моделирования полимерных систем (зав. д.ф.-м.н., проф. А.М. Ельяшевич).

В 1996 г. лаборатория признана научной школой «Теория и компьютерное моделирование частично упорядоченных полимерных систем сложной молекулярной и надмолекулярной архитектуры» (Государственная стипендия).

С 1988 по 2013 год лабораторией руководил д.ф-м.н., проф. **Анатолий Анатольевич Даринский** – обладатель стипендии Президента для выдающихся ученых. Путь Анатолия Анатольевича Даринского в науке начался от дипломанта М.В. Волькенштейна и Ю.Я. Готлиба.

Сегодня Анатолий Анатольевич – признанный лидер в области теории и компьютерного моделирования динамики полимерных систем в России и один из лидеров – в мировой науке. Его пионерские работы, выполненные в конце 70-х годов, заложили основы современных подходов к моделирования полимерных систем, а развитые методы обусловили прогресс в области моделирования динамики полимеров в растворе и расплаве, полимеров в сильных внешних полях и гидродинамических потоках, ЖК полимеров, полиэлектролитов, полимерных сеток.

Первым в России Анатолий Анатольевич применил метод броуновской динамики для моделирования подвижности полимеров.



Анатолий Анатольевич внес существенных вклад в развитие фундаментальных представлений об основных закономерностях и механизмах молекулярной подвижности в полимерах, связи подвижности с химической и надмолекулярной структурой, роли различных взаимодействий в динамике полимеров.

Он является одним из авторов теории поворотно-изомерной динамики полимеров. Анатолием Анатольевичем совместно с Юлием Яковлевичем Готлибом была предсказана и в дальнейшем доказана возможность однобарьерного механизма конформационных перестроек в полимерах, обнаружено явление анизотропии локальной подвижности. Эти представления являются теоретической базой для применения полимеров в различных областях техники, медицины и биологии.

В течение ряда лет А.А. Даринский являлся организатором и председателем Международных симпозиумов «Молекулярная подвижность и порядок в полимерных системах», ставших уже традиционными. В настоящее время Анатолий Анатольевич руководит темой научно-исследовательских работ Института «Физические основы связи структурной организации и молекулярной подвижности полимерных систем с их химическим строением».

Лаборатория №8 — механики полимеров и композиционных материалов

Руководитель д.ф.-м.н., доц. В.Е. Юдин



Профиль лаборатории:

Изучение взаимосвязи механических свойств полимеров и многокомпонентных полимерных систем с их химическим строением, надмолекулярной организацией и композиционным составом, исследование процессов деформирования и разрушения; разработка научных основ получения пленок, волокон, волокнистых композиционных материалов, нанокомпозитов и наномикрокапсулированных систем с заданным комплексом физико-механических и функциональных свойств.

Направления исследований:

1. Разработка и исследование новых термостойких композиционных материалов конструкционного назначения на основе структурированных полиимида связующих с высокой вязкостью разрушения.
2. Микромеханика разрушения волокнистых композиционных материалов на основе термостойких связующих, модифицированных наночастицами с различной морфологией.
3. Получение новых пленкообразующих и волокнообразующих нанокомпозитов на основе полимерных матриц и неорганических наночастиц. Исследование их электрофизических, транспортных и механических свойств.
4. Получение, исследование структуры и свойств одно- двух- и трехмерных матриц для клеточных технологий, а также материалов медицинского назначения на основе биосовместимых полимеров и нанокомпозитов.
5. Разработка и исследование свойств твердотельно-жидкостных нанокомпозитов на основе микрокапсулированных огнегасящих жидкостей.
6. Получение и исследование систем доставки белковых медицинских препаратов.

Группа микрокапсулированных систем в составе лаб. 8 организована в конце 2007 г. с целью исследования и разработок микро- нано-капсулированных систем.

Направления исследований:

1. Микрокапсулирование лиофильных веществ методом коацервации.
 2. Микрокапсулирование лиофильных и гидрофильных веществ методом разбиения ламинарной струи.
 3. Микрокапсулирование методом насыпания полиэлектролитов с образованием наноразмерных оболочек.
- Указанные методы применимы для создания медицинских и ветеринарных препаратов и БАВ, с пролонгированным и программируемым действием для перорального и инъекционного применения.

Лаборатория №8 **механических и диэлектрических свойств полимеров** основана в 1952 году членом-корреспондентом АН СССР П.П. Кобеко, переведенным в ИВС постановлением Президиума АН СССР вместе с другими ведущими сотрудниками Ленинградского Физико-технического Института. В 1954 году после кончины П.П. Кобеко лабораторию реорганизовали и были образованы лаборатория №8 – механических свойств полимеров (зав. Е.В. Кувшинский (1905-1986)) и лаборатория №10 – диэлектрических свойств полимеров (зав. Г.П. Михайлов).

Д.ф.-м.н. Е.В. Кувшинский, удостоенный звания Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, возглавлял лабораторию с 1954 по 1979 год. Под его руководством выполнено феноменологическое исследование процесса стеклования, показан его кооперативный характер и дано количественное описание этого процесса в различных термических режимах. Наряду с этим под его руководством проводились широкомасштабные исследования процессов разрушения, деформирования,

ориентационного упрочнения, а также работы по созданию теории упругости и течения сред с вращательными степенями свободы, таких как жидкие кристаллы. Е.В. Кувшинским были организованы работы по исследованию полимеров радиоспектроскопическими методами. В 1960-е годы сотрудниками лаборатории были впервые обнаружены в полиметилметакрилате и исследованы «трещины серебра», которые теперь принято называть «крейзами». Было установлено, что они представляют собой разрывы сплошности материала, соединенные тяжами ориентированного полимера.

Е.В. Кувшинский был одним из руководителей работ по созданию новых теплостойких органических стекол для нужд авиации. В ходе этих работ была разработана методика и создан комплекс оригинальных приборов для определения механических и термомеханических свойств твердых полимеров на микрообразцах. Проведено изучение пространственных полимерных стеклообразных систем и установлена взаимосвязь их механических свойств со степенью сшивки. Исследовалось влияние предварительной одноосной и плоскостной вытяжки на прочностные и деформационные характеристики аморфных полимеров. При этом особое внимание было обращено на изучение долговременной прочности и ползучести. В 70-80-е годы выполнено исследование квазихрупкого разрушения стеклообразных полимеров в условиях контролируемого роста трещин и установлены описывающие его функции с параметрами, зависящими только от свойств материала.

Из лаборатории № 8 в 1962 г. была выделена группа № 24 под руководством М.И. Бессонова для систематических исследований широкого круга синтезированных в ИВС карбоцепных и гетероциклических термостойких полимеров, в первую очередь полиимидов. В результате проведения уникальных экспериментов установлены количественные связи между модулем упругости, прочностью, молекулярной ориентацией, теплостойкостью и химическим строением полимеров. Полученные полиимидные материалы с заданным комплексом физико-механических свойств были внедрены в авиационной и космической отраслях.

В 1979 году группа № 24 вновь вошла в состав лаборатории №8, заведующим которой стал д.ф.-м.н. М.И. Бессонов, а с 1991 года лабораторию возглавил д.ф.-м.н. Л.А. Лайус. Под его руководством выполнены исследования кинетики и механизма реакций имидизации полиамидокислот, теплофизических свойств полиимидов, а также явление их самоориентации.

В 1992 году в состав лаборатории № 8 вошла часть сотрудников лаборатории № 30 (зав. лаб. Л.Н. Коржавин). В этот период были получены и исследованы термостойкие высокомодульные и сверхпрочные сополиимидные волокна, установлена взаимосвязь между механическим свойствами и химической структурой мономерного звена и надмолекулярной организацией волокна, что послужило основой создания полиимидных волокон с заданным комплексом деформационно-прочностных свойств.

В 2001 лабораторию №8 возглавил д.ф.-м.н. В.Е. Юдин. В 2009 г. ей присвоено название Лаборатория механики полимерных и композиционных материалов. В.Е. Юдин внес огромный вклад в оснащение лаборатории современным исследовательским оборудованием, которое интенсивно используется сотрудниками всего института.

В лаборатории на протяжении последних 20 лет проводятся научно-исследовательские работы по двум основным направлениям:

- 1) Разработка высокотермостойких полимерных композиционных материалов (волокнистых и нанокомпозитов) на основе синтезируемых в химических лабораториях ИВС РАН полимеров, преимущественно ароматических полиимидов.
- 2) Разработка материалов биомедицинского назначения (хирургические шовные нити, имплантаты кровеносных сосудов, раневые покрытия, гемостатики для полостных операций и др.) на основе коммерческих полимеров, а также их модификаторов, разрешенных к применению в медицине.

Имеющееся оборудование позволяет из небольшого количества полимера (5-10 грамм) получать образцы материалов: плёнки, волокна по растворной и расплавной технологиям, блочные изделия, волокнистые и нанокомпозиты методами экструзии; литья под давлением; прессования; каландрирования; электроформования. В последние 3 года активно разрабатываются новые методы

аддитивных технологий (SLS, FDM, биопечать) для получения 3-х мерных образцов композитов как на основе полиимидов, так и биополимеров.

В лаборатории широко представлены теплофизические методы (ТГА, ДСК, ДМА) анализа полученных в лабораторных условиях образцов полимеров и композитов на их основе, а также механические испытания этих образцов в условиях высоких (до +400°C), низких (до -100°C) температур и в условиях биосреды (*in vitro*), позволяющие исследовать процессы термо- и биоразложения полимерных материалов. Для исследования изменения структуры полимерных материалов в процессе разложения, влияющей на их механическое поведение и теплофизические свойства, используются методы оптической и электронной микроскопии, а также рентгеноструктурный анализ.

В сотрудничестве с теоретиками ИВС РАН лаборатория участвует в разработке основ прогнозирования структурных, теплофизических и механических свойств полимеров и композиционных материалов методом многомасштабного компьютерного моделирования.

Лаборатория №10 — люминесценции, релаксационных и электрических свойств полимерных систем

Руководитель: к.ф.-м.н. Р.Ю. Смыслов



Профиль лаборатории:

Исследование наносекундной динамики, структурной организации и функциональных свойств макромолекул и многокомпонентных полимерных систем (макромолекулярных комплексов и ассоциатов) с помощью люминесцентных методов. Разработка методов синтеза высокомолекулярных соединений, содержащих ковалентно присоединенные фотоактивные группы. Изучение релаксационных явлений в полимерных системах под действием электрических и магнитных полей диэлектрическим методом и импульсным методом ЯМР. Установление взаимосвязи динамики макромолекул в растворах и в блоке с их химическим строением и надмолекулярной организацией, а также влияния на различные типы молекулярных движений химических превращений, структурообразования в растворах и твердой фазе. Изучение электропроводности полимерных систем. Разработка принципов построения полимерных систем, обладающих заданными релаксационными, электрическими и другими физическими свойствами.

Направления исследований:

1. Исследование люминесцентными методами наносекундной динамики люминесцентно меченых макромолекул сложной архитектуры (дифильные звездообразные полимеры с каликсареновым ядром, дифильные полимерные щетки) и закономерностей их комплексообразования с линейными макромолекулами, ионами переходных металлов (серебра, меди, никеля) и редкоземельных элементов в водных, водно-солевых растворах и в органических растворителях.
2. Исследование фотофизических свойств полимерных систем, включающих органические фотоактивные группы и (или) ионы редкоземельных элементов.
3. Синтез, структура, люминесцентные и оптические свойства композиционных материалов, полученных сополимеризацией мономеров (мет)акрилового ряда с поверхностно модифицированными наночастицами диоксидов металлов, металлоидов (циркония, титана, кремния).
4. Диэлектрическая релаксация в мультиблочных сегментных сополиуретанидах.
5. Диэлектрическая спектроскопия высокотермостойких полиимидов и их производных, а также композитов на их основе с нанодобавками различной природы и структуры.
6. Исследование влияния химического строения полимеров и наполнителей на сопротивление структур металл-полимерный композит-металл (м-п-м). Создание проводящих композитов на основе полистирола и модифицированного графена.

Из состава лаборатории **структуры полимеров**, которой в разные годы руководили М.В. Волькенштейн, В.Н. Никитин, А.И. Кольцов, Б.З. Волчек, в 1977 году выделилась группа, с 1982 года – лаборатория №18 – люминесценции полимерных систем (зав. Е.В. Ануфриева). С 1986 по 2019 год лабораторией, которой присвоили №10, руководил д.ф-м.н. В.Д. Паутов (1947-2019). В 2009 году проведено укрупнение лаборатории №10 путем объединения с лабораторией №18 и в связи с реорганизацией название лаборатории было изменено на «люминесценции, релаксационных и электрических свойств полимерных систем». В настоящее время лабораторию возглавляет к.ф-м.н. Р.Ю. Смыслов.

Лаборатория №13 — структуры и морфологии полимеров

Руководитель: к.х.н. С.В. Валуева



Профиль лаборатории:

Экспериментальные исследования морфологии, надмолекулярной структуры и фазовых превращений в нано- и микроструктурированных полимерных материалах и супрамолекулярных системах методами рентгеноструктурного анализа, просвечивающей и растровой электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, оптической поляризационной микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрии и УФ-спектроскопии.

Направления исследований:

1. Исследование морфологии, надмолекулярной структуры и фазовых превращений в нано- и микроструктурированных полимерных материалах и супрамолекулярных системах методами рентгеноструктурного анализа, просвечивающей и растровой электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, оптической поляризационной микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрии и УФ-спектроскопии.
2. Разработка методологии исследования взаимосвязи структуры и свойств в гибридных органо-неорганических наносистемах на основе наночастиц металлов и металлоидов, стабилизированных водорастворимыми полимерами.
3. Исследование структуры и сорбционных свойств гель-пленок бактериальной целлюлозы, интеркалированных наночастицами различной природы, стабилизированных полимерами и гидратированными фосфатами кальция, перспективных в качестве материалов биомедицинского назначения.
4. Изучение структуры, морфологии и термических свойств нанокомпозитов для мембранных технологий на основе термостойких полимеров, наполненных наночастицами различной природы.
5. Изучение структуры и термических свойств супрамолекулярных комплексов включения – полиротаксанов и псевдополиротаксанов – на основе циклических и линейных полимеров.
6. Исследование надмолекулярной структуры и термомеханических свойств пористых пленок из полиэтилена и поливинилиденфторида, а также проводящих композиционных материалов на их основе с полианилином и полипирролом на всех стадиях процесса получения (экструзия, отжиг, ориентационная вытяжка и термофиксация).

В 1966 году в лаборатории №8, возглавляемой профессором Е.В. Кувшинским, группой под руководством старшего научного сотрудника к.ф.-м.н. А.В. Сидоровича были начаты исследования фазово-агрегатного состояния полимеров методом рентгено-структурного анализа (РСА). В 1974 на базе сложившегося коллектива была создана самостоятельная группа № 13 для изучения фазово-агрегатного состояния полимеров. Главной задачей группы было исследование структуры и термостабильности новых полиимидных материалов, синтезированных в лаборатории директора института члена-корреспондента АН СССР профессора М.М. Котона. Основные методы

исследования: рентгеновское рассеяние в широких и малых углах, в том числе при высоких температурах до 500°C , дифференциальная сканирующая калориметрия и дилатометрия. В дальнейшем к этим методам прибавились сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, а также атомно-силовая микроскопия.

В 1985 году группа была реорганизована в лабораторию № 13 – морфологии полимеров, которую возглавил д.ф.-м.н. А.В. Сидорович. В 1997 году заведующей лабораторией была назначена д.ф.-м.н. Т.Е. Суханова. С 2017 года руководителем лаборатории является В. К. Лаврентьев. В 2023 году по решению Ученого совета ИВС РАН лаборатория № 13 была переименована в «Лабораторию структуры и морфологии полимеров». Основными задачами лаборатории являются экспериментальные исследования морфологии, надмолекулярной структуры и фазовых превращений в нано- и микроструктурированных полимерных материалах методами РСА, просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии и УФ-спектроскопии. Сотрудники лаборатории №13 Валуева С.В. (с.н.с., к.ф.-м.н.) и Губанова Г.Н. (с.н.с., к.ф.-м.н.) являются ответственными исполнителями по направлениям: синтез и исследование физико-химических свойств новых нанодисперсий на основе наночастиц биогенных элементов (меди, серебра и селена) и полимерных стабилизаторов различной структуры и топологии для медико-биологических приложений; структура, морфология и термические свойства новых ароматических полиамидоимидов, со-полиамидоимидов и сульфо- полииimidов для мембранных технологий. В настоящее время возможности лаборатории существенно увеличились за счет включения в ее состав сотрудников, работающих в области физической химии нанокомпозитов.

Лаборатория №16 — молекулярной физики полимеров

Руководитель: д.ф.-м.н. А.П. Филиппов



Профиль лаборатории:

Изучение молекулярных свойств полимеров, межмолекулярных и внутримолекулярных взаимодействий в растворах и в анизотропных расплавах. Установление взаимосвязи между химической структурой полимеров и свойствами индивидуальных макромолекул, изучение взаимодействий между макромолекулами полимеров в растворах, а также макромолекулами полимера и молекулами растворителя, анализ анизотропного порядка растворов полимеров, исследование процессов формирования супрамолекулярных структур в растворах полимеров.

Направления исследований:

1. Анализ взаимосвязи химической структуры полимеров и свойств индивидуальных макромолекул.
2. Изучение взаимодействия между макромолекулами полимеров в растворах и между макромолекулами полимера и молекулами растворителя, анализ анизотропного порядка растворов полимеров.
3. Исследование процессов формирования супрамолекулярных структур в растворах полимеров.
4. Исследование межмолекулярных взаимодействий в анизотропных расплавах полимеров.
5. Изучение процессов формирования и свойств полимерных нанокомпозитов.
6. Основные экспериментальные методы – методы молекулярной гидродинамики и оптики: статическое рассеяние света; динамическое рассеяние света; анализ поляризации рассеянного света; двойное лучепреломление в потоке; скоростная седиментация; поступательная диффузия; вискозиметрия и др.

Лаборатория № 16 (изначально № 20) была организована в 1986 году как лаборатория водорастворимых самоассоциирующихся полимеров. Поскольку круг решаемых проблем был гораздо

шире, в 2002 г. она переименована в лабораторию молекулярной физики полимеров. Первым заведующим лабораторией стал к.ф.-м.н. С.И. Кленин, ученик член-корр. АН СССР, профессора В.Н. Цветкова. При создании лаборатории в ее состав вошли сотрудники подразделений, возглавляемых профессором С.Я. Френкелем, профессором В.Е Эскиным. Позже к ним присоединились сотрудники д.ф.-м.н. О.В. Каллистова. С 2001 года лабораторию № 16 возглавляет д.ф.-м.н. А.П. Филиппов.

На примерах полимеров различных классов сотрудниками лаборатории проведены систематические экспериментальные исследования полимеров сложной архитектуры, что позволило на количественном уровне установить влияние химической структуры и параметров архитектуры на молекулярные характеристики таких полимеров. За эти работы сотрудники лаборатории были удостоены премии МАИК (2014 год) и премии Президиума РАН им. С.В. Лебедева (2019 год). В последнее десятилетие важнейшим направлением исследований лаборатории № 16 стало изучение стимул-чувствительных полимеров.

С момента основания лаборатории и по сегодняшний день она находится в тесном научном сотрудничестве с большинством подразделений ИВС РАН, с ведущими исследовательскими центрами в России и за рубежом. Сотрудники лаборатории активно участвуют в подготовке научных кадров, читая лекции и проводя практические занятия для студентов СПбГУ, СПбГПУ, Университета ИТМО и СПбГУТД. В лаборатории № 16 под руководством сотрудников выполнено более 60 выпускных квалификационных работ (специалисты, бакалавры, магистры).

Лаборатория №19 — физической химии полимеров

Руководитель: д.ф.-м.н., проф. С.В. Бронников



Профиль лаборатории:

Разработка фундаментальных принципов формирования новых полимерных электропроводящих, мембранных, адсорбционно-активных систем различного назначения и сильнонаобухающих гидрогелей, исследование их структуры и физико-химических свойств.

Направления исследований:

1. Разработка и оптимизация методов получения микропористых пленок из гибкоцепных полимеров с варьируемыми параметрами (размер пор, общая пористость, величина удельной поверхности, проницаемость, механические свойства).
2. Сильнонаобухающие pH-чувствительные полиэлектролитные гидрогели, изучение кинетики гелеобразования, процессов набухания/сжатия, механические свойства.
3. Многокомпонентные микро- и наноструктурные композиционные системы, включающие пористые пленки из полиолефинов, электропроводящие полимеры, сильнонаобухающие гидрогели и природные полисахариды.
4. Разработка новых мембранных материалов на основе бактериальной целлюлозы, обладающих биологической активностью.
5. Сепарационно-разделительные первапорационные мембранны на основе композитов полифенилен-изо-фталамида с фуллереном C₆₀ и углеродными добавками, изучение их физико-химических, транспортных и сорбционных свойств.
6. Исследование фазовых переходов в термотропных жидкокристаллических полимерах методом статистической обработки поляризационно-оптических изображений с использованием компьютерной программы.

В 1963 году на базе лаборатории физической и коллоидной химии полимеров (зав. С.Е. Бреслер) организована группа, а затем лаборатория №19 – физической химии полимеров под руководством д.ф.-м.н., профессора С.Я. Френкеля. Заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии,

создатель крупной научной школы физической химии полимеров, он возглавлял лабораторию в течение 28 лет. В последующие годы заведующими лабораторией были д.ф.-м.н. Ю.В. Бресткин (с 1991 по 1998 г.) и д.ф.-м.н., проф. Г.К. Ельяшевич (с 1999 по 2015 г.). В настоящее время лабораторией заведует д.ф.-м.н., проф. С.В. Бронников.

С.Я. Френкель с сотрудниками выполнили обширную программу исследования ключевых проблем науки о полимерах. Ведущие сотрудники лаборатории, такие как доктора физ.-мат. наук В.Г. Баранов, Б.М. Гинзбург, Ю.В. Бресткин и доктора хим. наук Ю.Н. Панов и Л.Н. Коржавин, занимались исследованиями ориентационных процессов в растворах и расплавах полимеров, а также в блочных полимерах. Развитая сотрудниками лаборатории теория ориентационной кристаллизации позволила решить не только фундаментальную проблему ориентированного состояния в полимерных системах, но и реализовать на практике технологические принципы получения высокопрочных волокон и пленок. С.Я. Френкель инициировал целый ряд новых направлений, в том числе разработка различных мембранных систем, а также исследования в области жидкокристаллического состояния полимеров.

В последующие годы тематика лаборатории существенно расширялась за счет включения в ее состав ряда сотрудников, работающих в области физической химии целлюлозы и других природных полимеров (доктора хим. наук А.М. Бочек и Н.Е. Котельникова), а также усиления направления разработки новых наноструктурированных композиционных систем и изучения их функциональных свойств.

Лаборатория №20 — Аналитическая лаборатория

Руководитель: д.х.н. В.Д. Красиков



Профиль лаборатории определяется профилем входящих в ее состав групп:

«Молекулярной гидродинамики и оптики полимеров», «Термического анализа и разработки композиционных полимеров», «Хроматографических методов исследования полимеров, олигомеров и низкомолекулярных веществ», «Реологическое исследование полимеров и их прекурсоров».

Направления исследований:

1. Изучение методами молекулярной гидродинамики и оптики, хроматографическими методами гидродинамических, оптических, молекулярных и конформационных свойства макромолекул широкого спектра полимеров, как синтетических, так и природных. Исследование супрамолекулярных и наноструктур, а также полимерных пленок.
2. Разработка методов физико-химического анализа линейных и разветвленных органо- и водорастворимых полимеров, синтетических и природных полимеров, сополимеров и сопутствующих соединений (катализаторов, стабилизаторов, мономеров, олигомеров) методами молекулярной гидродинамики и оптики, тонкослойной хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии и элементного анализа.
3. Установление связи между строением макромолекул, гидродинамическим поведением и молекулярно-массовым распределением полимеров и биополимеров в разбавленных растворах, изучение взаимосвязи между химическим строением, функциональными группами и их биологической активностью.
4. Изучение реологического поведения концентрированных растворов и расплавов полимеров и их композиций в зависимости от состава и способа получения в различных температурно-временных режимах для установления взаимосвязи структура – свойство и прогнозирования свойств конечного продукта.

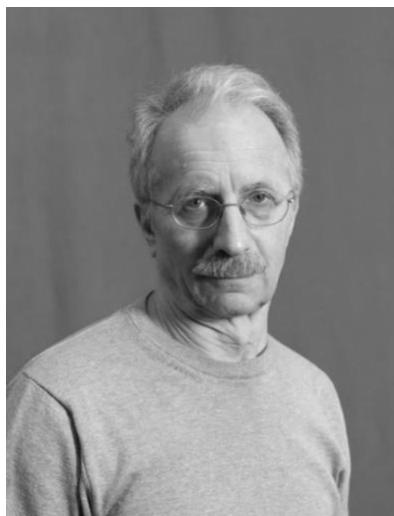
Лаборатория «Молекулярной гидродинамики и оптики полимеров» была образована в 1955 г. в результате выделения из состава лаборатории «Структурного анализа высокомолекулярных

соединений» ИВС АН СССР (проф. М.В. Волькенштейн) с целью создания комплексного центра исследований молекулярной морфологии полимеров с использованием спектральных (ядерного магнитного резонанса, инфракрасной-, ультрафиолетовой-, масс-спектроскопии, электронного парамагнитного резонанса), реологических и хроматографических методов анализа высокомолекулярных соединений. Основателем и руководителем новой лаборатории в период с 1955 по 1987 год являлся чл.-корр. РАН профессор д.ф.-м.н. Виктор Николаевич Цветков, лауреат Сталинской и Государственной премий. С 1988 по 2007 гг. лабораторию возглавлял докт. физ.-мат. наук Петр Николаевич Лавренко (1943-2007).

В 1994 году в результате объединения лаборатории термохимии полимеров, возглавляемой д.х.н. Ю.Н. Сазановым, группы хроматографии под руководством к.ф.-м.н. В.В. Нестерова и группы реологических исследований под руководством д.х.н., проф. Ю.Н. Панова был создан Аналитический центр (АЦ), который возглавил к.ф.-м.н. А.В. Грибанов. Целью создания АЦ было дальнейшее развитие научных исследований в областях термохимии и карбонизации полимеров, газовой, жидкостной и тонкослойной хроматографии полимеров и мономеров, а также обеспечение рутинных анализов для лабораторий института. Основным ядром АЦ являлась лаборатория термохимии полимеров, созданная в 1985 году из группы термического анализа (1973 г.), которую от момента возникновения возглавлял Ю.Н. Сазанов. Группа по изучению реологического поведения расплавов термостойких полимеров прежде входила в состав лаборатории физической химии полимеров, возглавляемой д.ф.-м.н., проф. С.Я. Френкелем. Группа хроматографии образовалась при разделении одной из крупнейших в СССР аналитической лаборатории, до 1989 года возглавляемой д.х.н., проф. Б.Г. Беленьким. В 2001 году в состав АЦ вошла лаборатория спектроскопии, одна из старейших в ИВС РАН, основанная М.В. Волькенштейном.

Группа №21 — спектроскопии полимеров

Руководитель группы: к.ф.-м.н. А.В. Добродумов



Профиль группы:

Спектроскопические исследования химической и надмолекулярной структуры высокомолекулярных соединений в растворе и твердом состоянии.

Направления исследований:

1. Определение химической структуры и химических превращений макромолекул.
2. Ориентационные и конформационные характеристики макромолекул, межмолекулярные взаимодействия.
3. Поверхностные характеристики полимерных материалов, полимерные щетки, электропроводящие полимеры, наполненные полимеры.

В 2011 году в целях совершенствования структуры Института, а также интенсификации проводимых исследований Аналитический центр был реорганизован путем разделения его на Аналитическую лабораторию (лаб. №20) (зав. В.Д. Красиков) и группу №21 – спектроскопии полимеров (рук. А.В. Добродумов).

Лаборатория №22 — многомасштабного экспериментального исследования и моделирования полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения

Руководитель: к.ф-м.н. С.В. Ларин



В 2014 году в рамках крупного международного проекта – мегагранта Правительства РФ (программа реализации постановления Правительства РФ № 220 от 9 апреля 2010 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные организации высшего образования, научные учреждения, подведомственные Федеральному агентству научных организаций и государственные научные центры Российской Федерации в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы») в ИВС РАН организована первая международная лаборатория для проведения исследований в области многомасштабного компьютерного моделирования структуры и динамических свойств полимерных нанокомпозитных материалов, поиска связи химической структуры их компонентов и свойств конечных материалов.

Ключевой идеей проекта, которым руководил ведущий зарубежный ученый профессор Хосе Кенни, являлась модификация полимерных матриц композитных материалов введением наночастиц для создания нанокомпозитов со структурой, управляемой нанонаполнителями.

Профиль лаборатории:

Многомасштабное экспериментальное исследование и моделирование полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения.

Направления исследований:

1. Модификация полимерных матриц композитных материалов введением в них наночастиц для создания нанокомпозитов со структурой, управляемой нанонаполнителями.
2. Многомасштабное компьютерное моделирование структуры и динамических свойств материалов, поиск связи химической структуры компонентов нанокомпозитов и свойств конечных материалов.
3. Экспериментальное изучение структуры и свойств нанокомпозитных материалов, сравнение результатов эксперимента и многомасштабного компьютерного моделирования.

Руководителем лаборатории № 22 с 2014 по 2018 год был ведущий европейский ученый, профессор Хосе Кенни (Jose Kenny), заведующий лабораторией Университета г. Перуджи, Италия, и директор Европейского центра наноструктурированных полимеров (ECNP), г. Мадрид, Испания. Координатором проекта – д.ф-м.н. С.В. Люлин.

Хосе Мария Кенни

2 июня 2022 г., на Общем собрании Российской академии наук были выбраны новые иностранные члены РАН. Одним из них стал профессор Хосе Мария Кенни, кандидатура которого была выдвинута Отделением химии и наук о материалах РАН.

Хосе Кенни, профессор университета города Перуджа, Италия, директор европейского центра наноструктурированных полимеров (ECNP) приехал в Россию в 2014 году, чтобы возглавить крупный международный научный проект. Это был первый из трех мегагрантов Правительства РФ, которые реализованы в ИВС РАН: «Многомасштабное экспериментальное исследование и моделирование полимерных композитов на основе перспективных термопластов для промышленного применения». Под



руководством профессора Хосе Кенни в Институте была открыта первая международная лаборатория, которая успешно работает и в настоящее время.

Работа по мегагранту стала основой для реализации новых направлений научных и прикладных исследований в институте, в том числе разработки композитных крепежных изделий для применения в судостроении.

Кроме мегагранта под руководством Хосе Кенни в ИВС РАН были выполнены крупные международные проекты в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы».

В 2014-2015 гг. совместно с Институтом технологии и нанотехнологии полимеров Национального Совета по науке и технологиям Аргентины был реализован проект «Многомасштабное моделирование и экспериментальное исследование армированных наноцеллюлозой биополимерных нанокомпозитов с улучшенными эксплуатационными свойствами».

С 2017 по 2020 год, работая в ИВС РАН, Хосе Кенни также руководил международным проектом «Утилизация асфальтеновых остатков переработки нефти в процессе получения нанокомпозитов с улучшенными эксплуатационными свойствами». Соисполнителями по проекту выступали ИВС РАН, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Боливарский университет Понтификаата, г. Мидельян, Колумбия. Развитие работ по обоим проектам послужило фундаментом для новых крупных проектов, реализованных в ИВС РАН.

Лаборатория №23 — полимерных биоматериалов и систем

Руководитель: д.ф-м.н. А.А. Гуртовенко



В 2017 году в рамках мегагранта Правительства РФ организована вторая международная лаборатория для проведения исследований в области разработки новых бионанокомпозитных материалов с использованием методов многомасштабного компьютерного моделирования с целью прогнозирования их свойств и структуры, проведения комплексных химических и физических экспериментов для получения и оптимизации конечных продуктов. Разработка инновационных промышленных технологий, в первую очередь, в области создания новых материалов для

биосовместимой 3D-печати, экологически чистой упаковки, тканевой инженерии и раневых покрытий. Конечной целью проекта является создание новой инновационной и масштабируемой платформы для оптимизации и развития биоразлагаемых и биосовместимых полимерных материалов с химически модифицированной поверхностью, в первую очередь, бионанокомпозитов для высокотехнологичных экологически безопасных промышленных и биомедицинских применений.

Профиль лаборатории:

Разработка новых бионанокомпозитных материалов с использованием методов многомасштабного компьютерного моделирования для прогнозирования их свойств и структуры, проведение комплексных химических и физических экспериментов для получения и оптимизации конечных продуктов.

Направления исследований:

1. Разработка новых феноменологических моделей высокоэффективных полимерных материалов с использованием современных аналитических и вычислительных методов.

2. Создание и оптимизация методологического подхода к синтезу бионанокомпозитных материалов на основе химически модифицированной бактериальной целлюлозы и полиэфиров: полимолочная кислота, полигидрооксибутират, поликапролактон.
3. Верификация и калибровка методов получения материалов с помощью соответствующих комплексных химических и физических экспериментов.
4. Разработка и оптимизация биоразлагаемых и биосовместимых полимерных материалов с химически модифицированной поверхностью, в первую очередь, бионанокомпозитов для высокотехнологичных экологически безопасных промышленных и биомедицинских применений.
5. Разработки инновационных промышленных технологий, в первую очередь, в области создания новых материалов для биосовместимой 3D-печати, экологически чистой упаковки, тканевой инженерии и раневых покрытий.

Руководителем лаборатории № 23 является ведущий ученый, профессор Микко Карттунен (Mikko Karttunen), Кафедра химии и прикладной математики, Университет Западного Онтарио, Лондон, Канада. Координатор проекта – д.ф-м.н. С.В. Люлин. С 2023 года лабораторией руководит д.ф-м.н. А.А. Гуртовенко.

Лаборатория №24 — Архитектурного программирования полимерных материалов, имитирующих живые ткани

Руководитель: д.ф-м.н. О.В. Борисов



В 2018 году в рамках мегагранта Правительства РФ организована третья международная лаборатория для развития новой платформы дизайна материалов для программируемого синтеза не содержащих растворителя эластомеров, точно имитирующих механические свойства биологических тканей. Долгосрочная цель проекта состоит в создании базиса для междисциплинарной подготовки молодых исследователей в области дизайна современных материалов. Для этого будет развита многоуровневая инфраструктура, включающая преподавание междисциплинарных учебных курсов, установку оборудования на уровне новейших технологий, установление кооперации с промышленностью и научными группами, работающими над решением комплементарных проблем.

В лаборатории разрабатывается новая платформа дизайна материалов, основанная на архитектурном программировании их физических свойств. В этом подходе используются точно определенные мультиплеты независимо контролируемых архитектурных параметров для кодирования различных механических фенотипов без изменения химического состава и добавления растворителя.

В итоге, эта «кодовая» платформа дизайна позволит создать основу для поисковой системы материалов, которая будет давать точные рекомендации (рецепты, методики) для создания биосовместимых материалов с механическими свойствами аналогичными живым тканям. Дублируя биомеханические свойства и обеспечивая надежное функционирование в экстремальных условиях, эти материалы революционизируют целый массив приложений, включая робототехнику, портативную электронику, биомедицинские имплантаты, и технологии доставки лекарств.

Работа в лаборатории ведется при тесном сотрудничестве с обратной связью между теоретиками, химиками-синтетиками и физиками-экспериментаторами.

Профиль лаборатории:

Разработка полимерных сеток (эластомеров и гелей) на основе молекулярных щеток для создания материалов, которые точно копируют механическое поведение биологических тканей, от мягких (мозга) до прочных (кожа).

Направления исследований:

1. Теоретическое моделирование полимерных систем типа «щеток» направленное на поиск универсальных корреляций между архитектурой сетки и механическими свойствами, такими как модуль упругости и максимальная растяжимость, которые не зависят от химического состава.
2. Синтез полимерных щеток с жесткой основной цепью: полизэфирной, полииimidной и полифлуореновой, и гибкими боковыми цепями гидрофобными и гидрофильными: поликапролактон, поли-трет-бутилметакрилат, полиметакриловая кислота, полиоксазолины. Поиск путей редкой регулярной сшивки этих полимеров для создания новых эластомеров с уникальными свойствами.
3. Синтез сополимеров типа АВ и АВА (В – полимерная щетка) с существенно различающейся природой полимера блока А и боковых цепей полимерной щетки с целью формирования самособирающихся физических сеток для получения новых эластомеров. Разработка методов придания формы этим материалам путем 3D печати.
4. Анализ молекулярно-массовых характеристик этих полимеров методом гель-проникающей хроматографии и изучение их поведения в растворах методом светорассеяния.
5. Получение материалов из синтезированных полимеров и изучение их механических, теплофизических и оптических свойств.
6. Поиск и оптимизация путей применения полученных материалов в области биомедицины, диагностики, и фармацевтики.

Руководитель лаборатории № 24 – ведущий ученый, к.ф-м.н. Сергей Станиславович Шейко (США), координатор проекта – д.х.н. А.В. Якиманский. С 2023 года лабораторией руководит д.ф-м.н. О.В. Борисов.

История и современность

Основные направления фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований ИВС РАН

- I. химия высокомолекулярных соединений, изучение закономерностей образования, химических и структурных превращений высокомолекулярных соединений;
- II. разработка принципов создания функциональных полимерных материалов, в том числе высокопрочных и высокотермостойких конструкционных материалов, а также нанокомпозитов;
- III. теоретическая и экспериментальная физика и механика полимеров, компьютерное моделирование сложных макромолекулярных систем;
- IV. разработка научных основ синтеза нового поколения биоактивных полимеров; направленная модификация природными и синтетическими высокомолекулярными соединениями лекарственных и биологически активных веществ для применения их в медицине, биоинженерии и биотехнологии.

I. ХИМИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ, ХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Исследование процессов образования полимеров предполагало развитие всех известных методов синтеза: полимеризации, поликонденсации, реакций в цепях макромолекул.

С использованием методов радикальной полимеризации проведены исследования процессов сополимеризации стирола и виниловых производных гетероциклов (чл.-корр. АН СССР, проф. М.М. Котон), что позволило разработать сцинтиляционные пластмассы для регистрации радиоактивных излучений (чл.-корр. АН СССР, проф. М.М. Котон, д.х.н. Ю.Н. Панов, с.н.с. Н.А. Адрова, н.с. Флоринский Ф.С.), обеспечившие прорыв в технологии приборов радиационной разведки. Широким фронтом осуществлялись исследования в области радикальной полимеризации и сополимеризации эфиров и амидов акриловой и метакриловой кислот, замещенных стиролов, ангидридов и имидов непредельных кислот, акролеина и других мономеров винилового ряда (чл.-корр. АН СССР, проф. М.М. Котон, д.х.н. И.А. Арбузова, д.х.н. Д.Н. Андреев, д.х.н. Е.Н. Ростовский, д.х.н. Т.А. Соколова, д.х.н. Т.В. Шереметева, д.х.н. И.В. Андреева). Были исследованы процессы размягчения, деформирования и старения линейных и сшитых виниловых полимеров в блоке (проф. Е.В. Кувшинский, д.ф-м.н. М.И. Бессонов, д.ф-м.н. А.В. Сидорович, д.ф-м.н. Л.А. Лайус, с.н.с. С.К. Захаров). Эти комплексные исследования химиков и физиков позволили разработать теоретические основы для создания прозрачных теплостойких полимеров с заданными свойствами.

Представляют интерес исследования в области полимеризации и сополимеризации окисей и тиоокисей (д.х.н. Г.П. Белоновская, д.х.н. Кропачев В.А.), изучение полимеризации и сополимеризации антраценсодержащих мономеров, позволившее получить полимеры с люминесцентными метками (д.х.н. М.Г. Краковяк).

В первые годы существования института под руководством академика Б.А. Долгоплоска успешно развивались исследования свободнорадикальных процессов с применением окислительно-восстановительных систем, а также металлорганических соединений и их комплексов для инициирования полимеризации диенов; реакций свободных радикалов в модельных условиях и механизма действия различных ингибиторов.

В 50-е годы 20 века был заложен фундамент дальнейших исследований анионной полимеризации. С конца 60-х годов под руководством д.х.н., проф. Б.Л. Ерусалимского с участием д.х.н. Згонника Д.Н. и д.х.н. Кропачева В.А. активно проводились исследования в области механизма анионной полимеризации.

Значительный вклад в исследование анионной полимеризации внесен при проведении цикла работ под руководством член-корреспондента АН СССР А.А. Короткова – одного из создателей отечественного полизопренового синтетического каучука, близкого по свойствам к природному. В течение длительного периода химиками-исследователями не только не удавалось получить, но даже приблизиться к синтезу полизопрена, воспроизводящего структуру натурального каучука. Даже синтез полибутадиенового каучука, осуществленный впервые в мире С.В. Лебедевым в 1931 году, был воспринят великим ученым Эдисоном (США) как обман: «Сообщение о том, что в отсталой советской России синтезирован полибутадиеновый каучук, является просто обманом – человечество не может воспроизвести то, что создано природой». В конце 40-х годов XX века группой химиков под руководством Алексея Андреевича Короткова впервые в мире был получен новый синтетический каучук СК-И (синтетический каучук изопреновый) с использованием органических соединений лития, а также дисперсии лития. Этот каучук по микроструктуре и свойствам был очень близок к натуральному каучуку, полученному из млечного сока гевеи, в котором звенья изопрена практически нацело соединены в цис-1,4-положение. Фундаментальным результатом этих исследований было обнаружение участия молекул мономеров в актах комплексообразования с металлоорганическими растущими цепями. К сожалению, проволочки с изготовлением полупромышленной установки для синтеза и испытания СК-И в заводских условиях привели к тому, что в США в 1956 году был взят патент на синтез полизопренового каучука. Производство синтетического каучука для нужд авиационной и автомобильной промышленностей в СССР было запущено в 1964 году. Это стало возможным благодаря работам А.А. Короткова. Он, обладая широким научным кругозором, сумел объединить под своим руководством специалистов, занимавшихся теоретическими исследованиями анионной полимеризации как в лабораторном (ИВС АН СССР), так и промышленном масштабах. Эти исследования дали толчок дальнейшим разработкам новых марок синтетического каучука, которые проводилась во ВНИИСКе под руководством академика Бориса Александровича Долгоплоска. В 1959 году Президиумом АН СССР А.А. Короткову была присуждена премия им. С.В. Лебедева за работу по синтезу СК-И, а коллективу работников ВНИИСКа и НИИРШП в 1967 году – Ленинская премия, в том числе и А.А. Короткову, который с 1960 года был главным химиком по исследованию синтеза полизопренового каучука.

Значительный вклад сотрудники под руководством А.Ф. Подольского внесли в исследования в области анионной полимеризации диенов, синтеза гибридных полимеров и разработку новых катализических систем.

В середине 80-х годов приоритетным направлением исследований стал синтез различных статистических блок-привитых сополимеров методами анионной и радикальной полимеризации, в том числе радиационно-химических синтез водорастворимых полимеров (д.х.н. Е.Ф. Панарин, д.х.н., В.Н. Ушакова).

В первое десятилетие 21 века на основе фундаментальных представлений о механизме контролируемой анионной полимеризации при использовании разработанных способов модификации активных центров нетрадиционными электронодонорными и электроноакцепторными комплексантами разработан новый подход к направленному синтезу амфи菲尔ных диблок-сополимеров с варьируемой природой гидрофильного и гидрофобного компонентов и гибридных полимеров сложного строения, включающих фуллерен C₆₀ в качестве высокосимметричного архитектурного элемента (д.х.н. В.Н. Згонник). При использовании методов контролируемой анионной полимеризации разработан направленный синтез звездообразных полимеров с молекулой фуллерена C₆₀ в качестве «точечного» центра ветвления. Получены звездообразные регулярные гомо-, гетеролучевые и гибридные полимеры с лучами из диблок-сополимеров (д.х.н. Л.В. Виноградова). На основе многолучевых конъюгатов фуллерена C₆₀ с лучами из гидрофобных (полистирол, поли-трет-бутилметакрилат) и гидрофильных (полиметакрилоиламиноглюкоза, поливинилпирролидон, полиаминоакрилаты) полимеров созданы пленкообразующие полимерные

системы, обладающие способностью к ограничению лазерного излучения (чл.-корр. РАН Е.Ф. Панарин, д.х.н. В.Н. Згонник, д.ф.-м.н. П.Н. Лавренко).

Д.ф.-м.н. В.В. Шаманиным сформулирована гипотеза, согласно которой гомосопряжение (внутримолекулярное β -комплексообразование, осуществляющееся непосредственно через пространство) с участием атомов элементов (Si, Ge, S и др.) является одним из основных механизмов «неклассической» делокализации электронной плотности в элементоорганических соединениях. На основе этой гипотезы предсказано существование нового класса полисопряженных (электропроводящих) элементоорганических материалов, молекулы которых, не обладая классической системой полисопряжения, охвачены единой системой полигомосопряжения.

За последнее 10-летие впервые с использованием методов контролируемой полимеризации с переносом атома и полимеризации с раскрытием цикла синтезированы симметричные пентаблок-сополимеры с центральным блоком, представляющим собой полимерную щетку с основной полиимидной цепью, боковыми цепями полиметилметакрилата и периферийными линейными блок-сополимерами поли(ϵ -капролактона) с полиметилметакрилатом. Химическое строение полимеров доказано методом спектроскопии ^1H ЯМР. Термодинамическая несовместимость блоков и связанное с ней микрофазное разделение в пленках, полученных на основе пентаблок-сополимеров, приводит к формированию в них доменов с различной степенью кристалличности и проницаемостью для молекул газов или жидкостей, что делает эти блок-сополимеры перспективными для использования в мембранных технологиях.

Методом контролируемой радикальной полимеризации метакриловых мономеров с использованием полиимидных макроинициаторов впервые синтезированы регулярно привитые полиимиды (полиимидные щетки) с узкодисперсными полиметакрилатными боковыми цепями, строение которых доказано спектральными методами и методом электронной микроскопии. Водорастворимые полимерные щетки с боковыми цепями полиметакриловой кислоты перспективны в качестве наноконтейнеров для доставки гидрофобных биологически активных соединений и лекарственных веществ в органы мишени.

Начало исследования процессов поликонденсации в ИВС связано с именем д.х.н., профессора А.А. Ваншнейдта. Под его руководством были выполнены оригинальные работы по синтезу ионообменных смол (д.х.н. С.Е. Бреслер, проф. Г.В. Самсонов). Иониты разрабатывались для очистки антибиотиков, производимых в стране. Затем соответствующие разработки были использованы на заводах как в СССР, так и в развивающихся странах, в частности, в Индии.

В 50-х годах начаты исследования в области ненасыщенных полиэфиров (с.н.с. Г.А. Штрайхман) и эпоксидных олигомеров (с.н.с. И.И. Матвеев), которые легли в основу создания термостойких сетчатых полимерных связующих для армированных пластиков. Под руководством д.х.н. Б.А. Зайцева проведены исследования по синтезу мономерных и олигомерных ароматических, гетероциклических и полисопряженных соединений с концевыми реакционноспособными группами. На их основе разработаны и внедрены в практику реакционноспособные олигомеры, компаунды, названные роливсанами. От обычных термосетов роливсаны отличаются весьма малой токсичностью, легкостью процесса переработки в полимерные материалы и композиты благодаря отсутствию необходимости применения растворителей, высоких давлений, температур и отсутствию выделения побочных летучих продуктов.

В 60-х годах под руководством член-корр. АН СССР, проф. М.М. Котона значительное развитие получили работы по синтезу, изучению структуры и свойств высокотермостойких пленко- и волокнообразующих полимеров на основе поликонденсации ароматических полиимидов (полиаримидов). Совместно с д.ф.-м.н. М.И. Бессоновым получена ценная информация о влиянии химического строения ароматических полиимидов на их структуру и механические свойства. Значительный вклад в работы по повышению верхних пределов термостойкости ароматических полиимидов и других гетероциклов, а также изучению процессов деструкции и стабилизации термостойкости полимеров внесли сотрудники группы под руководством д.х.н. Ю.Н. Сазанова. Параллельное исследование других гетероциклических термостойких полимеров на основе пиридина, бензимидазола, тиофена, фурана и их аналогов позволило широко развить работы по изучению структуры и свойств этого перспективного класса гетероциклических полимеров, разработать

технологию их производства. Эта работа проводилась совместно с научно-производственными объединениями «Пластмассы», «Пластик», «Химволокно», итогом которой было создание разнообразных материалов для новой техники.

Под руководством И.С. Лишанского проводились поисковые работы, завершившиеся разработкой нового типа реакций в цепях ненасыщенных полимеров: присоединение дигалокарбенов и карбоалкоксикарбенов с образованием трехчленных углеродных циклов в основной цепи. Эта реакция оказалась эффективным способом модификации стереорегулярных полимеров бутадиена и изопрена. Также И.С. Лишанским и сотрудниками был открыт ранее неизвестный процесс свободнорадикальной изомеризационной полимеризации ненасыщенных производных циклопропана.

В 70-х годах с началом исследований по синтезу жидкокристаллических полимеров поликонденсационный метод синтеза получил новое развитие. Под руководством д.х.н. С.С. Скороходова были получены оригинальные сложные полимеры (полиэфиры), содержащие в основной цепи мезогенные группы. Первый этап развития исследований ЖК полимеров был обобщен как концепция синтеза, основанная на использовании сложных мезогенных и премезогенных мономеров, развитая д.х.н. А.Ю. Билибиным и к.х.н. А.Ю. Теньковцевым.

Другое направление работ, начатое в середине 80-х годов, было связано с молекулярным дизайном RF полимеров с широкой вариацией как мезогенных групп, так и гибких связей. Полученные данные явились фундаментом для понимания поведения ЖК полиэфиров и аналогичных RF полимеров в растворе, были установлены все канонические характеристики ЖК полимеров указанных типов строения. В 80-х также проводились исследования по созданию вибротемпифицирующих полимеров для создания высококачественных акустических систем (И.С. Лишанский).

Отдельное направление – изучение имино-имидольной таутомерии в полимерах вела к.х.н. Н.М. Геллер, которая смогла установить связь процесса таутомеризации с мезогенностью полимеров. Наиболее значимые результаты по кето-енольной таутомерии были получены член-корр. Е.Ф. Панариным и с.н.с. В.В. Копейкиным при изучении таутомерных превращений в полимерах совместно с А.И. Кольцовым.

В конце 90-х годов начались начались синтетические работы по включению в цепь полимеров силоксановых фрагментов. Это позволило получить серии полимеров, растворимых в малополярных растворителях. В ИВС РАН был получен первый представитель нового класса полисопряженных полимеров за счет неклассического сопряжения цепи, что открыло возможности создания проводящих полимеров и материалов на их основе. Существенный вклад в развитие нового направления сделан д.х.н. В.В. Шаманиным и А.Ю. Осадчим. Отдельное направление – изучение кето-енольной и имино-имидольной таутомерии в полимерах вела к.х.н. Н.М. Геллер – опытнейший специалист в области синтеза полимеров как полимеризацией, так и поликонденсацией. Наиболее значимые результаты ею были получены при изучении таутомерных превращений в полимерах совместно с А.И. Кользовым. Н.М. Геллер в процессе исследований по второму направлению, в азотсодержащих системах смогла установить связь процесса таутомеризации с мезогенностью полимеров.

Вплоть до 2018 года в институте проводились работы по синтезу полипептидов (д.х.н. Г.П. Власов и д.х.н. С.В. Буров), начатые д.х.н. Ю.В. Митиным в начале 60-х.

В последние десятилетия работы в области полиимидов определяются интересом к армированным пластикам с высокой работой разрушения (угле- и стеклопластикам с повышенной трещиностойкостью), мембранам для разделения смесей газов и органических жидкостей и функциональным нанокомпозитам. В этой связи проводятся разработки термопластичных полиимидных материалов. На основе многоядерных мономеров получены полиимиды (д.х.н. В.М. Светличный, д.ф.-м.н. В.Е. Юдин, с.н.с. А.Л. Диденко) с низкой вязкостью расплава, перспективные в качестве связующих для армированных углеродным волокном композитов с уникальным сочетанием теплостойкости и высоких механических свойств, совершенствуется технология конструкционных полиимидных пеноорганопластов (д.х.н. В.М. Светличный, д.ф.-м.н. В.Е. Юдин, с.н.с. Л.А. Мягкова). На основе производных полиимидов сложной архитектуры (мультиблочных сополи(уретанимидов) и сополи(мочевинимидов) получены (д.х.н. В.В. Кудрявцев, с.н.с. А.Л. Диденко, с.н.с. В.Е. Смирнова, с.н.с. С.В. Кононова) высокотеплостойкие термоэластопласти,

перспективные материалы для медицинской техники и разделения путем первапорации (испарения через мембрану) смесей органических жидкостей. Вместе с тем продолжаются работы по синтезу практически неразмягчимых при высоких температурах жесткоцепных полиимидов для получения нанотолщинных пленок Ленгмюра-Блоджетт (д.х.н. В.В. Кудрявцев, с.н.с. В.П. Слизкова) для нужд микроэлектроники и микросистемной техники.

Проводятся исследования по синтезу полимеров с нелинейными оптическими, фотохромными, фотопроводящими и электролюминесцентными свойствами для записи и хранения информации под руководством д.х.н. А.В. Якиманского.

Разработаны методы направленного синтезаnanoструктурированного полианилина, сформированного из наночастиц одномерной, двумерной и трехмерной морфологии, а также иерархических структур, как в объеме реакционной фазы, так и на поверхности носителей. Синтезирован ряд композиционных материалов на основе полианилина, перспективных для практического использования в сфере электроники, защиты металлов от коррозии, выделения вирусов, а также при разработке низкотемпературных топливных элементов, и адсорберах электромагнитного излучения (д.х.н. И.Ю. Сапурина).

ПРИРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ

Характерным для ИВС направлением являются исследования в области химии и физической химии целлюлозы и ее производных. Детальные исследования реакционной способности целлюлоз различного происхождения и путей активации целлюлозы начались в двух лабораториях, руководимых членами-корреспондентами АН СССР С.Н. Даниловым и Н.И. Никитиным. В связи с организацией в СССР промышленного выпуска искусственных гидратцеллюлозных волокон в лаборатории С.Н. Данилова проводились фундаментальные исследования химии ксантогенатов целлюлозы и вискозы. Впервые в нашей стране был осуществлен синтез водорастворимых производных целлюлозы – карбоксиметил и метилцеллюлозы, нашедших широкое применение во всем мире. Разработаны условия получения фосфорсодержащих эфиров целлюлозы, обладающих повышенной устойчивостью к воспламенению и горению и изучены условия синтеза производных целлюлозы с повышенными диэлектрическими свойствами. Изучение непредельных эфиров целлюлозы привели к созданию макросшивателей для синтеза сверхнабухающих гидрогелей, широко используемых в медицине, косметической промышленности, сельском хозяйстве.

В работах первых лет изучалась реакционная способность в реакциях ксантогенирования и алкилирования целлюлоз различного происхождения с целью улучшения их свойств. В последующие годы изучалась активация целлюлозы путем обработки ее аминами и были найдены условия длительного сохранения активного состояния продуктов (д.х.н. Н.И. Кленкова). Проводились работы по привитой полимеризации виниловых мономеров к целлюлозе (д.х.н. В.И. Курлянкина), приведшие к созданию нового класса водорастворимых сополимеров – эффективных флокулянтов.

Проведенные исследования по направленному синтезу производных хитина стали классическими. Разработанные способы модификации этого полимера дали разнообразные, в том числе и региоспецифически замещенные производные для биомедицинских целей, используемые в качестве имуноадьювантов, носителей для лекарств, противоопухолевых и радиопротекторных препаратов.

Доктором химических наук Г.А. Петропавловским с сотрудниками разработаны методы получения микрокристаллической целлюлозы и исследованы её свойства; установлены пути увеличения реакционной способности целлюлозы при направленном воздействии на ее аморфную часть. Изучение растворов целлюлозы в N-оксидах третичных аминов внесли весомый вклад в развитие современных технологий получения искусственных гидратцеллюлозных волокон и пленок без применения сероуглерода. На основе производных целлюлозы были созданы супервлагоабсорбенты, способные поглощать от 500 до 5000 мл воды на 1 г. сухого полимера.

В настоящее время большое внимание уделяется природным полимерам из нетрадиционных источников. Изучается реакционная способность и полимераналогичные превращения природных полимеров, включая реакции синтеза их производных, привитой сополимеризации, исследование морфологии и надмолекулярной организации природных полимеров различного происхождения

(целлюлозы хлопка, льна и др., хитина из панцирей ракообразных, базидиальных грибов и т.п., фиброна из различных источников). Проводятся исследования процессов растворения и физико-химических свойств растворов природных полимеров и их производных, деформационно-прочностных свойств полученных из них пленок и волокон, а также изучаются свойства физических термообратимых гелей на основе производных природных полимеров в водных и неводных системах. В ряде лабораторий института широко исследуются свойства бактериальной целлюлозы.

Сегодня преемниками традиций этой научной школы С.Н. Данилова и Н.И. Никитина являются сотрудники Лаборатории природных полимеров.

II. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ И ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, А ТАКЖЕ НАНОКОМПОЗИТОВ

Под руководством М.М. Котона и В.Н. Цветкова изучались способы полимеризации мономеров акрилового, метакрилового и малеинового ряда, процессы сшивания полимеров. Это послужило основой получения теплостойких органических стекол для авиации с комплексом заданных прочностных свойств. Премией Президиума АН СССР была отмечена работа по созданию сцинтиляционных пластмасс для регистрации радиоактивных излучений, внедренных в производство.

В наши дни продолжают успешно работать по химии термостойких полимеров члена-корреспондента М.М. Котона и физике жесткоцепных полимеров члена-корреспондента РАН В.Н. Цветкова.

В лаборатории профессора С.Я. Френкеля, созданной в 1963 г., проводили исследования процессов кристаллизации, ориентации и формирования анизотропных структур в гибко- и жесткоцепных полимерах. С помощью теоретического рассмотрения С.Я. Френкелем, В.Г. Барановым и Г.К. Ельяшевич был продемонстрирована возможность перехода полимерной системы в жидкокристаллическую фазу при участии растворителя и под действием механического поля. Итогом стало создание теории ориентационной кристаллизации в растворах и расплавах полимеров, позволившей сформулировать и реализовать на практике технологические принципы получения высокопрочных волокон и пленок. Усилиями ученых и технологов научно-производственного объединения «Химволокно» на основе жидкокристаллических полиэфиров были созданы высокопрочные термостойкие суперволокна.

В 80-90-е годы С.Я. Френкель при участии А.Д. Вилесова развел представления о суперкристаллическом состоянии полимеров и суперкристаллах как специфических низкоразмерных твердых телах. Работы коллектива под руководством С.Я. Френкеля сыграли важную роль в определении и развитии самых различных направлений молекулярной физики, термодинамики, физической и химической кинетики и структурной механики полимерных систем.

С 1986 года в Институте проводятся исследования по разработке газоразделительных мембран (Ю.П. Кузнецов), а позднее – первапорационных полимерных и композиционных, а также фазо-инверсионных мембран. Инициатором организации мембранный тематики в ИВС стал Президент АН СССР академик А.П. Александров, который в 1985 году предложил М.М. Котону использовать полимерную базу института для разработки новых типов газоразделительных мембран. В начале 90-х годов в рамках совместного сотрудничества с Институтом макромолекулярной химии (г. Прага) были получены существенные результаты, включая патентование двух новых типов газоразделительных мембран на основе полиамидоимида и полифениленоксида (Полоцкая Г.А.). К 2000 году было запатентовано 6 новых типов первапорационных мембран, эффективных для разделения смесей водно-органических или органических жидкостей (Кононова С.В., Кручинина Е.В.)

Ю.П. Кузнецовым были разработаны полиамидоимиидные мембранны для очистки биологически активных веществ и организовано в ИВС опытное производство этих мембран для Института высокочистых веществ.

В первые два десятилетия 21 века для энергосберегающих процессов мембранныго разделения разработаны новые высокоселективные асимметричные химически и термически стойкие первапорационные мембранны на основе полиимид-сульфокислоты и ее производных, перспективные для выделения воды и метанола из смесей с органическими жидкостями с производительностью на 2-3 порядка выше, чем у коммерчески доступных.

В 2016 году в связи с присоединением к ИВС РАН Санкт-Петербургского филиала Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН в Институте начались работы по усовершенствованию процессов получения мембран типа Аквион и Нафион (С.С. Иванчев, С.В. Кононова).

В институте разработаны новые высокоселективные асимметричные химически и термически стойкие первапорационные мембранны на основе полиимид-сульфокислоты и ее производных, перспективные для выделения воды и метанола из смесей с органическими жидкостями с производительностью на 2-3 порядка выше, чем у коммерчески доступных (д.х.н. С.В. Кононова).

Разработаны композитные мембранны на основе сополиэфиримидов, модифицированные наночастицами $ZrO_2-Y_2O_3$, для разделения смесей алифатических и ароматических углеводородов, представляющие собой прочные эластичные пленки, характеризующиеся отрицательными температурами стеклования ($-30^{\circ}C$) и наличием плато высокоэластичности до $+200^{\circ}C$. Фазовое разделение гибких сегментов алифатического полиэфира и жестких сегментов ароматического имида, а также введение наночастиц приводит к появлению в материале избыточного свободного объема и оказывает существенное влияние на массоперенос через полученные композитные мембранны. При разделении смесей бензола и циклогексана проницаемость композитной мембранны увеличивается примерно в 4 раза по сравнению с немодифицированной мембраной при сохранении высокого уровня селективности (д.х.н. С.В. Кононова).

Разработаны гибридные мембранны на основе полифениленоксида, модифицированного звездообразными макромолекулами с общим фуллерен(C_{60})-центром и лучами полистирола и поли-2-винилпиридина, которые были успешно использованы для дегидратации уксусной кислоты методом первапорации (Полоцкая Г.А., Виноградова Л.В.).

В институте активно ведутся работы по созданию нового поколения высокотемпературных экологически безопасных химически- и коррозийно-стойких высокотехнологичных полимерных и композиционных материалов (д.ф-м.н., доц. В.Е. Юдин, д.х.н. В.М. Светличный, д.х.н., проф. В.В. Кудрявцев).

Разработан новый способ микрокапсулирования экологически безопасных и высокоэффективных средств огнетушения, в том числе перфторкетона Novec 1230 (российский аналог – Хладон ПФК-49), который обладает повышенной стабильностью и перспективен для использования в качестве основного функционального компонента в огнетушащем полимерном материале (д.ф-м.н. А.Д. Вилесов). Эффект стабилизации жидкого ядра микрокапсул и снижение проницаемости оболочки было достигнуто путем модификации материала оболочки минеральным наполнителем – монтмориллонитом на стадии формирования оболочки наночастиц. Полученные материалы продемонстрировали высокую эффективность тушения пожара в лабораторных испытаниях.

Методом электроформования из водного раствора соли полиамидокислоты (ПАК) на основе пиromеллитового диангидрида, 4,4'-диаминодифенилового эфира и триэтиламина впервые получены полиимидные (ПИ) термически стабильные до $600^{\circ}C$ нетканые материалы. Данные материалы могут применяться в качестве фильтра при высокотемпературных процессах или носителей (матриц) клеточных культур для их хранения при температуре жидкого азота.

На основе разработанных в ИВС РАН полиимид-кремнийорганических связующих созданы угле- и стеклопластики, обладающие высоким уровнем прочностных (прочность при изгибе до 1,5 ГПа) и упругих (модуль упругости при изгибе до 100 ГПа, при сдвиге до 8 ГПа) свойств, а также повышенной термоокислительной стабильностью. После 100 часов выдержки углепластиков при $350^{\circ}C$ в воздушной атмосфере сохраняется около 90% от исходных значений модуля и 75% от исходных значений прочности. Полученные композиты перспективны в качестве конструкционных материалов в авиастроении.

Разработан наноструктурированный металл-полимерный композит на основе электропроводящего полиамилина и металлического серебра с электропроводностью 100 – 101 См/см. Композит состоит из частиц шестигранной формы размером 100 – 300 нм и формирует нанодисперсии в растворителях. Методом струйной печати нанодисперсии полиамилин-серебро создан макет сенсора типа «хеморезистор», характеризующийся высокой чувствительностью к аммиаку (до 1 ppm), стабильностью и воспроизводимостью измерений. Композит также перспективен для создания защитных экранов от электромагнитного излучения.

С целью поиска экологически безопасной технологии получения углепластиков (безрастворной технологии) разработан одностадийный метод синтеза порошка термопластичного частично-кристаллического полииамида Р-ОДФО на основе диангидрида 1,3-бис-(3',4',4'-дикарбоксифенокси)бензола и 4,4'-бис-(4"-аминофенокси)бифенила с размером «частиц» в несколько десятков микрон. Размеры и морфологию «частиц» можно варьировать в зависимости от условий синтеза, а также добавок в процессе синтеза углеродных наночастиц (нанотрубки, нановолокна, графен). Методом электростатического напыления порошка Р-ОДФО на углеродную ткань с последующей прокаткой в каландрах и прессованием препрегов получены углепластики, которые имеют наиболее высокие теплостойкие характеристики в сравнении с аналогичными углепластиками на основе коммерчески доступных термопластов ULTEM (фирма SABIC) и PEEK (фирма ICI).

Разработан способ получения нановолокон на основе жесткоцепных ароматических полииамидов, включающий синтез растворов соответствующих полiamидокислот с последующим электроформованием из них нановолокон и проведением процесса их имидизации. При проведении карбонизации полииамидных нановолокон при 900 °C получены углеродные волокна хорошего качества, что не удается добиться, например, при карбонизации нановолокон ПАН, полученных электроформованием.

Впервые по расплавной технологии без использования органических растворителей получены волокна из частично-кристаллического ПИ на основе диангидрида Р (1,3-бис-(3',4'-дикарбоксифенокси)бензола) и диамина ОДФО (4,4'-бис(4"-аминофенокси)бифенил), модифицированного одностенными углеродными нанотрубками (ОСУНТ). ПИ волокна термически стабильны до 540 °C. Модификации ОСУНТ позволяют провести более эффективную термовытяжку ПИ волокон, и в результате более чем в 3 раза повысить их прочность (~440 МПа), а модуль упругости – более чем в 2 раза (~ 7 ГПа) при сохранении достаточно высокой деформации до разрыва (~ 23%) ПИ волокон, то есть их эластичности.

Разработаны полиефириимицные термоэластопласти – мультиблочные (сегментные) сополиефириимицы и сополиуретанимицы, способные к работе как конструкционные материалы при температурах до 150 °C, что значительно превышает температурные пределы эксплуатации используемых в настоящее время промышленных термоэластопластов на основе полиуретанов. Благодаря микрофазовому разделению жестких имидных (уретанимицных) блоков синтезированные полимеры проявляют свойства эластомеров. Найдены условия переработки синтезированных полимеров методом литья под давлением.

В институте разработаны светоизлучающие полимерные материалы на основе новых сопряженных сополифлуоренов с эффективной белой электролюминесценцией для использования в светодиодных осветительных устройствах (д.х.н. А.В. Якиманский). Разработанные системы могут найти применение для получения светоизлучающих устройств (QDLEDs).

Впервые получены полимерные фотонные кристаллы с заданным положением фотонной запрещенной зоны. В качестве элементов кристаллической решетки использовались синтезированные монодисперсные латексные частицы с диаметром, соизмеримым с длинами волн видимого спектра (230-540 нм), варьируемым поверхностным зарядом и регулируемой структурой поверхности слоя. Показано хорошее согласие между теоретической моделью и экспериментальными данными, указывающее на высокую степень совершенства полученных тонкопленочных фотонно-кристаллических структур (д.х.н. А.Ю. Меньшикова, к.х.н. Н.Н. Шевченко).

Методом безэмультгаторной эмульсионной сополимеризации стирола с N-винилформамидом и диметакрилатом этиленгликоля впервые синтезированы монодисперсные микросферы диаметром 50-

500 нм и положительным поверхностным зарядом (к.х.н. Н.Н. Шевченко). Адсорбция на их поверхности гидрофильных наночастиц CdSe позволяет формировать упорядоченные структуры, люминесцирующие в видимом диапазоне длин волн. Максимальная люминесценция таких структур наблюдается при адсорбции от 20 до 40 наночастиц CdSe на одну микросферу. Полученные материалы перспективны для использования в оптоэлектронике.

С целью создания сенсорных систем, дающих оптический отклик на присутствие целевых анализаторов в воздушной среде, разработан метод синтеза монодисперсных полимерных микро- и наночастиц типа ядро-оболочка, содержащих ковалентно связанные люминофоры и молекулярные отпечатки на распознаваемые вещества (ароматические соединения, низшие спирты и т.п.) Полученные системы демонстрируют высокую чувствительность (например, для бензола – 10 ppm, для толуола – 100 ppm, что соответствует ПДК этих анализаторов) и избирательность к определяемым веществам (к.х.н. Н.Н. Шевченко).

На основе поли(о-гидроксиамидов) разработан способ получения высокотермостойких обратимых фоторезистов для проведения обратной (взрывной) фотолитографии. Российских аналогов фоторезистов не имеют. От зарубежных отличаются тем, что сохраняют свои параметры в течение полугода при комнатной температуре. Также разработан негативный фоторезист, на основе которого можно создавать негативные микрорельефы, выдерживающие после термозадубливания при 400 °C на воздухе и 450 °C в инертной атмосфере, не разрушающиеся при действии кислот, щелочей, органических растворителей, способные выполнять роль межслойного диэлектрика в интегральных схемах. Помимо высоких эксплуатационных характеристик, преимуществом разработанного фоторезиста является то, что его проявление, в отличии от других негативных фоторезистов, осуществляется не органическими, токсичными растворами, а водными щелочами (д.х.н. В.В. Шаманин).

Разработан высокотермостойкий фотолак полифункционального назначения: Фотолак термостойкий прозрачный ФЛТП (ТУ 2378-001-02698594-2013), Фотолак термостойкий непрозрачный ФЛТНП ТУ 2378-002-02698594-2013), представляет собой композицию, высокотермостойкого полимера – аналога полиимида – и светочувствительной компоненты хинондиазидного типа. Используется предприятиями микроэлектроники как резистный материал, маска для травления полупроводниковых подложек различной химической природы, межслойный диэлектрик для БИС и СБИС и защитное покрытие (В.В. Шаманин, В.М. Светличный).

Разработаны термостойкие (до 300 °C) полимерные адгезивы и метод приклейивания кристаллов (кремния, арсенида галлия, алюминия, меди и др.) к полиимиду основанию конформных печатных плат, позволяющий получать адгезионные слои, обладающие: 1) требуемой сплошностью; 2) устойчивостью к химическим травителям для металлов; 3) способностью подвергаться травлению кислородной плазмой через маску. Полученные результаты позволяют существенно упростить технологию поверхностного и внутреннего монтажа в микроэлектронике.

Развиты представления о механизме синтеза электропроводящего полимера – полианилина методом окислительной полимеризации анилина. Детально исследован процесс роста регулярных полисопряженных цепей полианилина и их самоорганизации в процессе синтеза. Разработаны методы направленного синтезаnanoструктурированного полианилина, сформированного из наночастиц одномерной, двумерной и трехмерной морфологии, а также иерархических структур, как в объеме реакционной фазы, так и на поверхности носителей. Синтезирован ряд композиционных материалов на основе полианилина, перспективных для практического использования в сфере электроники, защиты металлов от коррозии, выделения вирусов, а также при разработке низкотемпературных топливных элементов, и адсорберах электромагнитного излучения.

Получен полипиррол, который полностью состоит из частиц одномерной морфологии в форме нанотрубок с наружным диаметром 100 нм и длиной до 50 микрон. Электропроводность полученного материала составляет 40-70 См/см, что на порядок выше, чем аналогичного материала с частицами сферической морфологии. Полимер гидрофилен, нетоксичен, имеет высокую удельную площадь поверхности (до 200 м²/г) и может быть использован для биомедицинских целей.

III. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА И МЕХАНИКА ПОЛИМЕРОВ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Исследования молекулярной гидродинамики и оптики полимеров возглавил член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР, профессор В.Н. Цветков. Для изучения молекулярной структуры высокомолекулярных соединений в растворах теоретически и экспериментально в ИВС были разработаны такие важнейшие методы молекулярной гидродинамики и оптики, как двойное лучепреломление в потоке, в электрическом и магнитных полях, светорассеяние, фотоупругость полимерных пленок и гелей, поляризационно-оптические методы седиментационно-диффузационного анализа и другие. В настоящее время эти методы широко используются экспериментаторами для установления связи между строением макромолекул и свойствами высокомолекулярных соединений. С их помощью изучена структура самых различных полимеров, как синтетических, так и природных: полизицианатов, производных целлюлозы, ароматических полиамидов и полиэфиров, лестничных полисилоксанов, гребнеобразных полимеров. Экспериментальные исследования показали, что оптическая анизотропия цепной макромолекулы определяется тонкими деталями её строения и может быть с успехом использована как важный физический параметр для изучения структуры и конформации макромолекул. С помощью разработанных поляризационно-интерферометрических приборов удалось с большой точностью определить коэффициенты диффузии и седиментации. В лабораториях Института для определения структурных, термодинамических, теплофизических и реологических свойств полимеров в растворах используются также методы рассеяния видимого и рентгеновского излучения, турбодиметрии, дилатометрии, калориметрии и вискозиметрии.

Работы члена-корреспондента АН СССР, профессора П.П. Кобеко по исследованию электрических свойств и релаксационных явлений в полимерах, начатые еще в Ленинградском Физико-техническом и Политехническом институтах, продолжились в ИВСе. Методы измерения диэлектрических, динамических, механических потерь в полимерах позволили выявить новые закономерности, которые затем были положены в основу развития представлений о релаксационных явлениях в высокомолекулярных соединениях. Широко известны работы доктора физико-математических наук профессора Г.П. Михайлова по исследованию диэлектрической и ядерной магнитной релаксации полимеров в блоке и растворах. Результаты этих исследований позволили предложить принципы создания полимеров с регулируемыми значениями диэлектрических потерь, диэлектрической проницаемости и электропроводности. Продолжила эти работы доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РСФСР Т.И. Борисова, которая на основе изучения структурно-релаксационных связей в полимерах предложила методы оценки степени превращения в химических реакциях и отверждения реакционноспособных олигомеров, имидизации полiamидокислот в твердом состоянии, замещения в целлюлозе и её производных, а также методы количественной оценки структуры сшитых полимерных систем и микроструктуры стереорегулярных, статистических и блок-сополимеров. Метод импульсной ядерно-магнитной спектроскопии полимеров позволил создать представления о механизме внутрицепной подвижности и молекулярных взаимодействиях.

В 1948 году член-корреспондент АН СССР, профессор М.В. Волькенштейн возглавил лабораторию структуры полимеров, основную задачу которой он видел в комплексном теоретическом и экспериментальном исследовании структуры и состава макромолекул, в частности, предсказанных теоретически. В качестве основных экспериментальных методов были выбраны спектральные методы. Доктор физико-математических наук В.Н. Никитин и кандидат физико-математических наук Б.З. Волчек впервые в стране применили к исследованию полимерных объектов методы инфракрасной и Раман-спектроскопии, к.ф.-м.н. И.А. Болотина и д.б.н. Ю.А. Шаронов использовали для этих целей методы оптического и магнитного вращения, к.ф.-м.н. Н.М. Баженов, д.х.н. А.С. Хачатуров и д.х.н. А.И. Кольцов - ЯМР-спектроскопию. Развитие и широкое применение спектральных методов к исследованию структуры и свойств полимеров привело к возникновению нового самостоятельного раздела науки - «спектроскопии полимеров», который получил широкое развитие как в нашей стране,

так и за рубежом.

Под руководством доктора физико-математических наук, Заслуженного деятеля науки РСФСР Е.В. Ануфриевой создан высокочувствительный количественный метод исследования релаксационных процессов, протекающих в различных полимерных системах. Метод основан на изучении поляризованной люминесценции полимеров с ковалентно присоединенными люминесцирующими метками. С его помощью был изучен переход клубок - глобула в макромолекулах карбоцепных полимеров и полипептидов, наносекундная динамика, структурообразование и структурные превращения в макромолекулах и в многокомпонентных полимерных системах различных классов, а также формирование, структурная организация и функциональные характеристики полимерных комплексов различных типов и водорастворимых полимерных комплексов, содержащих фуллерены.

Развитие теории полимеров началось в 50-е годы XX века в работах профессора М.В. Волькенштейна, выдвинувшего и обосновавшего концепцию поворотно-изомерного механизма гибкости макромолекул, позже получившую экспериментальные доказательства. На основании этой концепции была разработана конформационная статистика полимеров, позволившая установить прямую количественную связь между химической структурой и физическими свойствами полимерных систем. Дальнейшее развитие шло по нескольким направлениям. Квантово-химические методы были приложены для расчета конформационных энергий поворотных изомеров; разработаны теория внутримолекулярных конформационных переходов, теория взаимодействия полимеров с поверхностями, в частности, теория адсорбции полимеров и свойств полимерных монослоев, теория надмолекулярных структур в блоксополимерах и их смесях с линейными полимерами. Наряду с теоретическими исследованиями в области равновесных свойств полимеров развивалась и теория динамических свойств полимеров. Построены теория поворотноизомерного механизма подвижности в полимерах, теория *альфа* и *бета* релаксации в твердых полимерах, теория динамики полимерных сеток. В 60-х годах началась работа по компьютерному моделированию полимеров. В первых работах использовался метод Монте Карло. В конце 70-х совместно с коллегами из Пущино были опубликованы пионерские работы по компьютерному моделированию полимеров методом молекулярной динамики. Позднее начал применяться и более «крупно-зернистый» метод Броуновской динамики. С середины восьмидесятых годов главное направление исследований связано с развитием теории и компьютерным моделированием частично упорядоченных полимерных систем сложной молекулярной и надмолекулярной архитектуры. Работы велись под руководством д.ф.м.н. проф. Т.М. Бирштейн (равновесные свойства полимеров), д.ф.м.н. проф. Ю.Я. Готлиба (динамика полимеров) и д.ф-м.н. А.А. Даринского (компьютерное моделирование).

Работы Заслуженного деятеля науки РСФСР С.Я. Френкеля позволили установить последовательную связь между условиями синтеза полимера, его молекулярной структурой, надмолекулярной организацией и физическими свойствами. Была разработана методика исследований регулируемых структурных и фазовых превращений в полимерах, находящихся в различных состояниях (аморфном, кристаллическом, вязкотекучем, высокоэластическом). Для изучения структурных превращений и фазовых переходов широко использовались реологические, оптические и рентгеновские методы исследования. С.Я. Френкель и доктор физико-математических наук В.Г. Баранов создали теорию ориентационной кристаллизации, которая позволила получить высокопрочные волокна, пленочные нити и пленки из полиолефинов, обладающие повышенными значениями прочности и модуля упругости. Совместно с рядом научно-исследовательских институтов они разработали новую технологию получения высокопрочных изделий из промышленных гибкоцепных полимеров. Были предложены также оригинальные способы получения полимеров с высокими механическими характеристиками путем ориентационного осаждения и реализации самоудлинения волокон непосредственно в растворе.

Изучение механических свойств полимеров в Институте было начато в 1953 году членом-корреспондентом АН СССР, профессором П.П. Кобеко и заслуженным деятелем науки и техники, доктором физико-математических наук, профессором Е.В. Кувшинским. Исследования имели целью установление общих закономерностей упругости полимерных веществ в различных агрегатных состояниях и нахождение корреляций между прочностью, деформированием полимеров и их химическим строением. Важным результатом данных исследований явилось выделение двух основных феноменов механического разрушения твердых полимеров - квазитрещин и истинных

трещин и исследование закономерностей медленного роста трещин в органических стеклах при статических и знакопеременных нагрузках. Создан комплекс оригинальных приборов для определения механических и термомеханических свойств блочных полимеров на микрообразцах. Докторами физ.-мат. наук Э.Л. Аэро и А.Н. Булыгиным разработана теория упругости сплошных сред, характеризующихся моментными межчастичными взаимодействиями, объясняющая многие аспекты деформационного поведения жидких кристаллов. Под руководством доктора физико-математических наук М.И. Бессонова были проведены систематические исследования термомеханических и механических свойств широкого круга карбоцепных и гетероциклических полимеров. Установлены количественные связи между сопротивлением деформации и длиной жесткого участка полимерной цепи, между прочностью и молекулярной ориентацией, теплостойкостью и химическим строением полимеров.

С 1959 года под руководством Заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора химических наук, профессора Самсонова Г.В. началось физико-химическое изучение взаимодействия синтетических и природных полиэлектролитов, синтез и изучение новых высокоспецифических полимерных сорбентов, а также создание и изучение полимерных комплексов ферментов, позволяющих регулировать каталитическую активность. На основании теоретических исследований были предложены новые ионообменные промышленные способы получения лекарственных средств нового поколения - аденоzin-трифосфата, кокарбоксилазы, инсулина, тетрациклина. Были созданы биотехнологические иониты нового класса для производства террилитина, урокиназы, нейраминидазы, тималина. Разработка новых технологий проводилась в тесном контакте с технологическими и медицинскими учреждениями.

В 21 веке господствующим направлением в теоретическом изучении высокомолекулярных соединений становится компьютерное моделирование, позволяющее получать точные математические модели, описывающие поведение новых материалов, находящихся в стадии разработки.

Представителями научной школы М.В. Волькенштейна построена теория внутримолекулярной сегрегации в наномасштабных полимерных системах различного пространственного строения (одиночные линейные макромолекулы, разветвленные макромолекулы и полимерные щетки), выявлены основные движущие силы, приводящие к микрофазовому разделению компонентов внутри макромолекул, раскрыты существенные проявления внутримолекулярной сегрегации в системах, отличающихся по молекулярной архитектуре. Развито новое научное направление, связанное с изучением дендронных щеток и смешанных щеток из регулярно разветвленных и линейных макромолекул, разработаны новые представления о структуре дендронных щеток и смешанных щеток из разветвленных и линейных макромолекул. Установлена новая слоистая структура дендронных щёток, следствием которой является их высокая восприимчивость к изменению внешних условий, что создаёт дополнительные возможности для управления структурой и свойствами таких систем (д.ф.-м.н., проф. Т.М. Бирштейн, д.ф.-м.н. А.А. Погоцкий).

Впервые с применением полноатомных моделей на временном масштабе порядка десятков микросекунд выполнено компьютерное моделирование нанокомпозитов на основе термопластичных полиимидов, наполненных одностенными углеродными нанотрубками, с целью изучения особенностей кинетики начального этапа кристаллизации гетероциклических полимеров, вызванной введением углеродного нанонаполнителя. При исследовании структурных свойств нанокомпозитов при температурах близких к температуре плавления полимера обнаружено, что упорядочение полимерных цепей происходит в две стадии. На первой – плоские фрагменты цепей упорядочиваются вблизи поверхности нанотрубки в направлении оси наночастицы. На второй – за время порядка 10 мкс происходит разворачивание полимерных клубков и ориентация цепей полимера в одном направлении. Анализ механических свойств композитов показал, что существенное улучшение механических свойств происходит только на второй стадии упорядочения (чл.-корр. РАН С.В. Люлин, к.ф.-м.н. С.В. Ларин)

Методом компьютерного моделирования проведены фундаментальные исследования в области новых полимерных композитов для промышленного производства (чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. С.В. Люлин, к.ф.-м.н. С.В. Ларин). Разработана технология изготовления крепежных изделий (болтов, шпилек, гаек,

шайб) из термопластичных композиционных материалов на основе термостойких полимеров, обеспечивающая достижение высоких прочностных характеристик крепежных изделий (при растяжении и изгибе не менее 85 МПа, при сдвиге и сжатии – не менее 80 МПа). Крепежные изделия предназначены для использования в узлах крепления в судостроении, авиастроении, космической и нефтехимической отраслях, на железнодорожном транспорте.

ХРОМАТОГРАФИЯ

Существенное внимание уделялось в ИВС развитию жидкостной хроматографии в тонкослойном, колоночном и микроколоночном вариантах и разработке методик исследования разнообразных физико-химических свойств макромолекул. Под руководством д.х.н., Заслуженного деятеля науки РСФСР Б.Г. Беленького были созданы методы анализа всех видов полидисперсности, а также анализа аминокислот и их производных; разработан новый метод – хроматографическая порометрия – для зондирования макромолекулами структуры как жестких, так и набухающих полимерных сеток.

Развита единая теория адсорбционной и эксклюзивной хроматографии макромолекул и разработан высокоэффективный ультрачувствительный метод анализа макромолекул и низкомолекулярных веществ – микроколоночная хроматография. Этот метод позволяет в 100-1000 раз уменьшить необходимое количество сорбента и анализируемого вещества.

Ученицей Б.Г. Беленького д.х.н., профессором, Заслуженным деятелем науки РФ Т.Б. Тенниковой проведены фундаментальные исследования закономерностей динамических процессов биосепарации и биоконверсии с участием макропористых протяженных полимерных фаз, получивших название «монолитные сорбенты», и предложено теоретическое описание разделения белков при использовании ультракоротких монолитных слоев, а также оригинальные методы их биологической функционализации. Оригинальная «мембранныподобная» геометрия монолитных матриц послужила основой для нового хроматографического метода – высокоэффективной мембранных хроматографии (жидкостной хроматографии на ультракоротких монолитных колонках), которая стала широко использоваться в мировой практике.

Некоторые из разработанных под ее руководством методов успешно применяются в промышленной биотехнологии компаниями Boeringer GmbH (Ingelheim, Австрия) и OctaPharma GmbH (Vienna, Австрия): высокоэффективный способ выделения рекомбинантной плазмидной ДНК, а также тонкая технологическая очистка рекомбинантных факторов свертывания крови с использованием масштабированных колонок нового поколения.

В 80-90-х годах Т.Б. Тенникова активно участвовала в ряде международных проектов и при ее участии была разработана технология получения, а также методы практического тестирования монолитных сорбентов. Полученные ею патенты, включая один Европейский и три патента США, позволили дважды успешно коммерциализовать изобретение (способ получения полимерных монолитов) в Европе, причем оба раза создание промышленного продукта происходило при непосредственном участии Т.Б. Тенниковой. В настоящее время монолитные сепарационные ячейки, производимые по разработанной в России и Чешской Республике технологии международным концерном BIA Separations Ltd., нашли широкое применение не только в аналитической области, но и в препаративных процессах тонкой очистки биологических продуктов, таких как, например, белки, производимые рекомбинантным способом.

В первое десятилетие 21 века разработана микрохроматографическая методика количественного определения лекарственных противотуберкулезных препаратов – рифампицина и изониазида в сыворотке крови, мягких и костных тканях человека. Метод состоит в подготовке пробы биологического материала с последующим разделением обращенно-фазовой хроматографией с УФ-детектированием при различных длинах волн. Время разделения менее 30 мин. Объем вводимой в микроколонку пробы экстракта составляет 10 мкл. Линейный диапазон детектируемых концентраций 1-100 мг/л. Микро-ВЭЖХ позволяет существенно уменьшить объем биопробы и снизить стоимость единичного анализа. Методика готова к использованию в биохимических лабораториях специализированных клиник при наличии соответствующего хроматографа (к.х.н. В.Ф. Рубан).

IV. РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ СИНТЕЗА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ БИОАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРОВ; НАПРАВЛЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫМИ И СИНТЕТИЧЕСКИМИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ, БИОИНЖЕНЕРИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

Первым директором института член-корр. АН СССР С.Н. Ушаковым была основана одна из научных школ ИВС РАН по исследованию синтеза гидрофильных лекарственных полимеров, успешно работающая и по сей день. Среди продолжателей традиций д.х.н. В.А. Кропачев, д.х.н. В.Н. Ушакова, член-корр. РАН, проф. Е.Ф. Панарин, д.х.н. Г.П. Власов, д.х.н. В.В. Копейкин, М.В. Соловский, С.В. Буров. В настоящее время научную школу по исследованию синтеза гидрофильных лекарственных полимеров возглавляет Е.Ф. Панарин – ученик С.Н. Ушакова.

В 1955 г. С.Н. Ушаков предложил использовать водорастворимые полимеры, для модификации лекарственных веществ с целью пролонгации их действия в организме пациентов, снижения токсичности, дозы и частоты введения лекарств. В качестве базового полимера был выбран поливиниловый спирт и его функциональные производные. В последующие годы ученики С.Н. Ушакова (Л.Б. Трухманова, О.С. Карчмарчик, Е.Ф. Панарин, Т.А. Кононова) предложили использовать в качестве полимеров-носителей поливинилпирролидон и его функционализированные сополимеры. На основе этого подхода были синтезированы полимерные производные антибиотиков (пенициллинов, тетрациклина, стрептомицина и др.). В последние годы исследования в этом направлении проводились под руководством д.х.н. М.В. Соловского. Созданы противотуберкулезные препараты пролонгированного действия (Совинизон, Совинакс), разрешенные для медицинского применения; разработаны термочувствительные тиксотропные гели на основе комплексов поливинилового спирта с йодом, эффективные в отношении микобактерий туберкулеза; полимерные анестетики, антикоагулянты, противоопухолевые препараты и др. В 2021 году были впервые синтезированы водорастворимые полимерные производные антибиотиков-туберкулостатиков (амикацин, ципрофлоксацин), обладающие высокой противотуберкулезной активностью, пролонгированным действием и низкой цитотоксичностью, перспективные для лечения туберкулеза, вызванного устойчивыми к традиционным препаратам штаммами микобактерий туберкулеза (М.В. Соловский, М.С. Борисенко).

На основе биоактивных синтетических полимеров разработаны принципы создания полимерных систем с полифункциональной биологической активностью, в том числе наноструктурированных (д.х.н. В.В. Копейкин, д.х.н. М.В. Соловский). Синтезированы безопасные полимерные производные стероидных гормонов, созданы препараты Повиаргол, Катапол, Доксан, Поглюкар, Катазар для применения в медицине, ветеринарии и растениеводстве. Была также разработана технология производства этих препаратов и полупродуктов их синтеза (с.н.с., к.х.н. Ф.Б. Найдис), реализованная на опытной установке завода «Фармакон».

В конце 70-х начале 80-х годов по решению Правительства СССР институт был привлечен к проблеме создания кровезаменителей, обладающих газотранспортными и гемодинамическими функциями. Работы проводились в нескольких направлениях. Под руководством д.х.н. Т.А. Соколовой синтезировали водорастворимые полимеры, имеющие в своей структуре лиганды, моделирующие гемоглобин. Под руководством д.х.н., проф. Г.В. Самсонова, а затем д.х.н. Н.П. Кузнецовой создавали аналог эритроцита путем сорбционной иммобилизации на микрочастицах – специально синтезированных сорбентах, а также химической модификации нативного гемоглобина человека путем его олигомеризации и формирования наночастиц, способных длительно циркулировать в кровяном русле и не повреждать почки. Многолетние исследования показали перспективность последнего направления и привели к созданию первого отечественного кровезаменителя Геленпол с функцией переноса кислорода. Геленпол был разрешен для медицинского применения при лечении больших кровопотерь и рекомендован к производству. Была разработана технология производства

препарата, опробированная на опытной установке, но серийное производство так и не было организовано из-за отсутствия средств.

Д.х.н. В.А. Кропачев возглавлял исследования по анионной полимеризации циклических окисей различного химического строения с целью создания деструктируемых функциональных полимеров-носителей биологически активных веществ. Результатом многолетних исследований стал разрешенный для медицинского применения новый плазмозаменитель Полиоксидин с уникальными гемодинамическими свойствами, который выпускали в СССР.

В середине 80-х годов под руководством член-корр. РАН, д.х.н. Е.Ф. Панарина начались пионерские исследования по синтезу нанодисперсных систем биогенных элементов (серебра, селена, меди), изучению механизмов их формирования, структуры, физико-химических свойств и биологической активности. Работа шла в двух направлениях: создание водорастворимых дисперсий серебра и селена, стабилизованных водорастворимыми синтетическими полимерами (д.х.н. В.В. Копейкин) и нерастворимых форм на основе целлюлозы и ее производных (д.х.н. Н.Е. Котельникова). Впервые было показано, что переведение серебра в наносостояние приводит к появлению у него новых видов биологической активности (антгипоксической, иммуностимулирующей, адаптогенной). Это позволило создать нанодисперсные системы серебра на основе ферментов с полифункциональной биологической активностью, перспективные для широкого медицинского применения (с.н.с., к.х.н. О.А. Писарев).

Биологически активные полимеры были обнаружены не только среди карбоцепных, но и в ряду гетероцепных полимеров. Под руководством д.х.н. Н.С. Сидоровой разрабатывались методы синтеза полиривонуклеотидов, изучалось их комплексообразование, формирование двухнитевых систем и биологическая активность. Итогом этих исследований явилось создание противовирусного препарата Полигуаниноацин (Полигуацил) с высокой интерфероногенной активностью на основе полицитидиловой и полигуанидиновой кислот.

В первое десятилетие 21 века с целью поиска новых противовирусных веществ и средств диагностики вирусных инфекций осуществлен синтез водорастворимых функциональных полимеров различного химического строения, а также их комплексов с поверхностно-активными веществами (ПАВ) и исследовано взаимодействие с различными вирусами. Электронномикроскопическое исследование позволило выявить сильное вирулицидное действие полимерных комплексов катионных ПАВ, обусловленное разрушением наружной оболочки вирусов. Обнаружено повышенное сродство вирусных частиц к положительно заряженным полимерам, что позволило усовершенствовать электронномикроскопическую диагностику вирусных гастроэнтеритов и повысить ее эффективность в 3 раза (чл.-корр. РАН Е.Ф. Панарин совместно с НИИ Гриппа РАМН).

С целью поиска нетоксичных полимерных систем для доставки генетического материала в клетки-мишени разработан метод синтеза новых водорастворимых полимеров – поливинилсахаридов, имеющих в своей структуре амино- и четвертичные аммониевые группы. Показано, что новые полимеры образуют комплексы с плазмидной ДНК, проявляют высокие трансфецирующие свойства (транспортные) и обладают на 2-3 порядка более низкой цитотоксичностью, чем используемые в настоящее время поликатионы (полилизин, полиаллиламин и др.) (чл.-корр. РАН Е.Ф. Панарин).

С целью разработки систем направленной доставки лекарственных веществ в опухолевые клетки синтезированы аналоги люлиберина, обладающие противоопухолевой активностью и избирательностью взаимодействия с опухолевыми клетками. Синтезированные аналоги люлиберина проявили высокую противоопухолевую активность в опытах «*in vitro*», устойчивость к энзиматическому расщеплению и не вызывали отрицательных побочных реакций (д.х.н. С.В. Буров).

В последние годы под руководством член-корр. РАН, д.х.н. Е.Ф. Панарина выполнен большой цикл исследований по синтезу методами радикальной и радиационной полимеризации новых карбоцепных функциональных полимеров и сополимеров на основе N-винилпирролидона и N-виниламидов. Разработаны методики синтеза, позволяющие направленно регулировать состав, молекулярную массу и гидрофобно-гидрофильный баланс конечных продуктов. Организовано исследование собственной биологической активности функциональных водорастворимых полимеров. Синтезированы полимеры, проявляющие мембранотропную, иммуностимулирующую, antimикробную, противовирусную,

интерфероногенную активность, а также активность на молекулярном уровне (ингибиторы ферментов, поликатионы для транспорта ДНК в клетки), на клеточном уровне (поликатионы, поликомплексоны, полимерные комплексы дифильных ионов, изменяющие мембранный транспорт; на уровне макроорганизма (адаптогены, антигипоксанты, стимуляторы роста, иммуномодуляторы, противошоковые агенты и др.).

В последнее время стали активно развиваться исследования по созданию нового поколения контрастирующих агентов для ядерной медицины, перспективных для использования в диагностике методом МРТ и при лечении онкологических заболеваний (член-корр. РАН, д.х.н. Е.Ф. Панарин, д.х.н. В.Д. Красиков, д.х.н. С.В. Буров, к.х.н. Н.И. Горшков).

Разработаны методы синтеза водорастворимых полимеров, содержащих хелатные группы, образующие стабильные комплексы с ионами металлов, а также имеющие в своем составе векторные группы, обеспечивающие связывание с опухолевыми клетками и адресную доставку в них радиоактивных изотопов Ga, In, Tb, Tc, люминесцирующих ионов Eu и парамагнитных Gd. Металлополимерные комплексы перспективны для использования в диагностике методом МРТ, визуализации тканей в биологических исследованиях, а также в ядерной медицине при диагностике и терапии опухолей.

С целью снижения побочных эффектов химиотерапии разработана система адресной доставки лекарств в раковые клетки на основе наноконтейнеров поли(стирол-альт-малеинового ангидрида), содержащих химиотерапевтические препараты: паклитаксел и 5-фторурацил. В опытах *in vitro* на культурах раковых клеток поджелудочной и молочной желез установлено значительное уменьшение объема опухолей в течение трех дней, что доказывает эффективность разработанной системы доставки лекарств и её перспективность для клинического применения (д.х.н. С.В. Буров).

Синтезированы водорастворимые функционализированные (-OH, -N(R)₂, -SO₃H) полимеры на основе N-виниламидов, аминоакрилатов, производных акриламида. Среди них выявлены полимеры, проявляющие противоопухолевую, антимикробную, противовирусную, иммуномодулирующую активность. На их основе синтезированы нанодисперсии серебра с широким спектром биологической активности, использованные при получении гидрогелевых и пленочных композиций, перспективных для профилактики вирусных и бактериальных инфекций.

Предложен оригинальный метод синтеза дендронов в виде реакционноспособных гидразидов, который позволяет избирательно вводить в структуру полимера требуемое количество хелатирующих агентов или липофильных катионов. Методом однофотонной эмиссионной томографии определено влияние природы и молекулярной массы полимера-носителя на его распределение и скорость выведения из организма. Получены новые полимерные хелатирующие агенты, перспективные при диагностике и терапии опухолевых заболеваний.

Полимеры пептидного типа создавались под руководством д.х.н. Г.П. Власова, а затем д.х.н. С.В. Бурова. Исследовался синтез пептидов и их производных как путем полимеризации карбоксиангидридов, так и классическим ступенчатым синтезом, проводилась модификация пептидных гормонов инсулина, окситоцина и др., с целью выявления влияния аминокислотной последовательности на биологическую активность и определения структуры активного центра. Были разработаны пептидные инициаторы, позволяющие синтезировать звездообразные привитые сополимеры гормонов. Были получены полимерные комплексы с ДНК с целью доставки ее в клетки. В последние годы проводились работы по созданию систем целевого транспорта противоопухолевых препаратов в опухолевые клетки с использованием олигопептидов в качестве целеузнающих векторов.

Разработана двухуровневая микрогранулированная система доставки терапевтических белковых препаратов для перорального применения (д.ф-м.н. А.Д. Вилесов, к.ф-м.н. Сударева Н.Н.).

Для эффективного оказания первой и доврачебной помощи при острой массивной кровопотере разработаны инфузионные растворы (ИР) на основе декстракана с пониженной температурой замерзания и варьируемой осмолярностью для применения в экстремальных климатических условиях (температуре окружающего воздуха ±50 °C и влажности от 30 до 95 %). В качестве вспомогательных веществ выбраны как традиционно используемые для создания ИР вещества, так и потенциально перспективные и впервые использованные в мировой практике – нейтральные сахара (НС),

обладающие собственной биологической активностью и способностью значительно снижать температуру замерзания для ИР. Технология получения НС из широкого спектра промышленных сельскохозяйственных отходов разработана, апробирована в промышленных масштабах и может быть внедрена в производство. Создание инфузионных растворов на основе отечественного сырья соответствует приоритетным направлениям НТР РФ и вносит вклад в решение задачи импортозамещения, способствуя развитию экономики и страны (чл.-корр. РАН Е.Ф. Панарин).

МАТЕРИАЛЫ, В ТОМ ЧИСЛЕ, МЕДИЦИНСКОГО И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Характерным для ИВС направлением являются исследования в области химии и физической химии целлюлозы и ее производных (член-корр. АН СССР, проф. С.Н. Данилов, член-корр. АН СССР, проф. Никитин). В работах первых лет изучалась реакционная способность в реакциях ксантагенирования и алкилирования целлюлоз различного происхождения с целью улучшения их свойств. В последующие годы изучалась активация целлюлоз путем обработки ее аминами и были найдены условия длительного сохранения активного состояния продуктов (д.х.н. Н.И. Кленкова). Проводились работы по привитой полимеризации виниловых мономеров к целлюлозе (д.х.н. В.И. Курлянкина), приведшие к созданию нового класса водорастворимых сополимеров – эффективных флокулянтов. Под руководством д.х.н. Г.А. Петропавловского проводились систематические исследования в области частично замещенных эфиров целлюлозы, получены на их основе прочных волокон и пленки. На основе эфиров целлюлозы и синтетических полимеров созданы новые типы композиционных материалов, обладающих ценными техническими свойствами. С.Н. Даниловым и Н.И. Никитиным были предложены новые методы получения производных природных полисахаридов (целлюлоза и хитин), в частности, обладающих повышенной устойчивостью к воспламенению и горению, а также с улучшенными диэлектрическими свойствами. Их исследования послужили развитию современных технологий получения искусственных гидратцеллюлозных волокон и пленок, флокулянтов для очистки сточных и питьевых вод, а полученные производные хитина нашли применение в медицине, косметической промышленности, сельском хозяйстве. Сегодня преемниками традиций этой научной школы являются сотрудники Лаборатории природных полимеров. Исследование растворимости хитина, выполненные д.х.н. Л.А. Нудьгой и к.х.н. Г.М. Михайловым, позволило разработать метод его структурной модификации путем введения специальных добавок и получить перспективный шовный материал и пленки для культивирования клеток кожи человека, способные к биодеградации в организме.

Совместно с ВМА им. С.М. Кирова д.х.н. И.А. Арбузовой на основе блочного полиметилметакрилата были созданы оптические материалы искусственного хрусталика, а затем разработан отечественный гидрофильтрный материал геполан для мягких контактных линз, производство которого было организовано на заводе «Оргстекло» г. Дзержинск.

Исследования д.х.н. А.Ю. Меньшиковой закономерностей безэмульгаторной эмульсионной полимеризации позволили найти оптимальные условия процесса получения монодисперсных микросфер заданного размера с регулируемой концентрацией реакционноспособных функциональных поверхностных групп. Путем модификации поверхности этих частиц биоспецифическими лигандами были созданы тест-системы для диагностики ряда заболеваний методом экспресс анализа.

Использование принципа молекулярных отпечатков позволило к.х.н. О.А. Писареву разработать высокоспецифичные сорбенты для связывания глюкозы, мочевой кислоты, холестерина и др. токсических метаболитов с целью их удаления из организма пациента. В биотехнологических процессах молекулярно импринтированные сорбенты позволяют получать лекарственные вещества высокой степени чистоты.

Разработан метод структурно-химической модификации природного полисахарида хитина, позволяющий получать биосовместимые пленочные и волокнистые материалы, на которых хорошо закрепляются и растут клетки кожи человека. Это открывает возможность создания различных матричных материалов для культивирования на них клеток и получения гибридных трансплантатов

для лечения раневых и ожоговых (лучевых) повреждений кожи (чл.-корр. РАН Е.Ф. Панарин, д.х.н. А.М. Бочек, д.ф.-м.н. В.Е. Юдин, совместно с Институтом цитологии РАН).

Получены и испытаны новые гидрофильные раневые покрытия на основе гель-пленок бактериальной целлюлозы с интеркалированными в ее матрицу наночастицами серебра и селена, которые обладают высокими антимикробными, противовоспалительными и репаративными свойствами, и эффективны при заживлении полнослойных механических ран и термических ожогов кожи, полученных на фоне радиационных излучений, а также при репарации глубоких лучевых поражений кожи III степени (д.х.н. В.В. Копейкин, с.н.с. А.К. Хрипунов совместно с Научно-исследовательским испытательным центром медико-биологической защиты МЗ РФ).

Д.ф-м.н. В.Е. Юдиным, д.ф-м.н. И.П. Добровольской проведены работы по получению на основе хитозана и полиамидов материалов медицинского назначения с использованием метода электроформования. Созданы перспективные для применения в хирургии биосовместимые протезы сосудов и матричные материалы для культивирования клеток.

Разработаны органо-минеральные матрицы для культивирования клеток костной ткани, перспективные для использования в эндопротезировании; новые монолитные полимерные среды с прогнозируемыми свойствами, предназначенные для конструирования трехмерных наноаналитических панелей (нанобиочипов), принцип действия которых основан на распознавании растворенным биообъектом иммобилизованного на поверхности стационарной фазы комплементарного природного партнера. Ведется активный поиск новых реакционно-способных полимерных материалов, обладающих необходимыми морфологией и реакционной способностью, для осуществления экспресс-детектирования биологических мишней на молекулярном уровне (д.х.н. Т.Б. Тенникова, к.х.н. Е.Г. Коржикова-Влах).

Для целей диагностики ранних стадий диабета (микроальбуминурия) созданы прототипы биологических микрочипов – микроустройств для одновременного анализа большого числа проб биологических материалов (кровь, моча, спинномозговой ликвор, клеточные лизаты и супернатанты, и т.д.). Основой этих микрочипов является полимерный слой монолитного типа с контролируемой морфологией, модифицированный специфическими лигандами. Искомый комплементарный лиганду биообъект обнаруживается регистрацией образующейся аффинной пары. Разработанные микрочипы предложены для диагностики ранних стадий диабета (д.х.н. Т.Б. Тенникова, к.х.н. Е.Г. Коржикова-Влах).

Разработан метод получения высокоэффективных гетерогенных биокатализаторов на основе макропористых полимерных сорбентов с ковалентно связанными гидролитическими ферментами. Ковалентная иммобилизация ферментов осуществлена с использованием промежуточных макромолекулярных спейсеров – синтетических водорастворимых полимеров. Выбранные спейсеры обеспечивают сохранение нативной активности макромолекул ферmenta, обусловленной их пространственной подвижностью. Впервые установлено уникальное для проточных ферментных реакторов возрастание энзиматической активности при увеличении скорости рециркуляции субстрата сквозь макропористый слой сорбента (д.х.н. Т.Б. Тенникова, к.х.н. Е.Г. Коржикова-Влах).

Развитие работ по гидрогелям, способным выдерживать значительные механические нагрузки, привело к созданию к.х.н. А.Л. Буяновым искусственного хряща, успешно прошедшего доклинические испытания в РНИИТО им. Р.Р. Вредена.

В сотрудничестве с Санкт-Петербургским институтом информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) разработана методика изготовления на основе гидрогелей и тестирования образцов электроуправляемых полимерных искусственных мускулов линейного типа, перспективных для использования в робототехнике, микромеханике и протезировании (д.ф-м.н., проф. Г.К. Ельяшевич).

Разработаны и модернизированы диагностические тест-системы для обнаружения антител к ВИЧ инфекции и вирусу гепатита С методом твердофазного иммуноферментного анализа (д.х.н. С.В. Буров). Распространение «африканского» варианта ВИЧ инфекции – ВИЧ-2 на территории РФ привело к ужесточению требований по отношению к тест-системам для данного серотипа вируса. Предложены новые варианты антигенных детерминант, включение которых в состав диагностических

наборов позволило в 12 раз повысить чувствительность определения. С целью ранней диагностики ВИЧ инфекции разработана тест-система четвертого поколения для одновременного обнаружения антител и антигена ВИЧ. В ходе модернизации тест-системы для обнаружения антител к вирусу гепатита С проведен синтез новых антигенных детерминант белков Core, NS3 и NS5. Показано, что применение синтетических фрагментов белков Core и NS5 позволяет значительно улучшить характеристики набора. Полученные результаты позволили успешно пройти государственные испытания. Диагностические наборы прошли сертификацию ISO, имеют Европейский сертификат качества, включены в международные каталоги и производятся по заказу МЗ РФ.

Разработан новый одностадийный способ получения нановолокон бактериальной целлюлозы с необходимыми для 3D печати реологическими свойствами и способностью сшиваться под действием УФ-облучения. Технология позволит персонифицировано воссоздавать по данным компьютерной томографии элементы для замещения хрящевых тканей, утраченных вследствие травмы или болезни (проф. Карттунен Микко Эмиль Йоханнес, к.ф-м.н. М.А. Смирнов).

На основе полимеров медико-биологического назначения разработана герметизирующая наклейка, предназначенного для оказания экстренной доврачебной помощи при проникающем ранении грудной клетки. Герметизирующая наклейка имеет высокую адгезию и обладает антимикробными свойствами за счет включения в состав адгезионного слоя комплексных антисептиков. В 2023 году на базе ООО «Новопласт-М» запущено серийное производство герметизирующих наклеек, входящих в «Набор для устранения напряженного и открытого пневмоторакса одноразовый, стерильный, (фельдшерский) УД-02ф» (чл.-корр. РАН, проф., д.х.н. Е.Ф. Панарин, Н.А. Нестерова).

ОНИ ЗАЛОЖИЛИ ОСНОВЫ



Алексей Александрович Ваншайдт (1888-1966) – доктор химических наук, профессор, известный специалист в области поликонденсационных процессов, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Сталинской премии I степени. Награжден орденом Ленина и медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне» и «В память 250-летия Ленинграда».

Окончил в 1910 г. Санкт-Петербургский университет по специальности органическая химия. Ученик академика А.Е. Фаворского и профессора Стасбургского университета Иоганеса Тиля.

С 1910 по 1930 год – ассистент и доцент кафедры органической химии Первого ленинградского медицинского института. В этот период провел большое экспериментальное исследование в области нафтопроизводных

флуорена и установил ряд новых закономерностей в области связи между строением соединений, их цветностью и др. свойствами. Изучение этих соединений и попытки их синтезировать привели к открытию ряда новых реакций, как например, явления аутооксидации производных флуорена. Научная деятельность А.А. Ваншайдта была высоко оценена Комитетом по химизации СССР, и ему в 1930 г. присудили премию «за лучшие труды по химии». Позднее А.А. Ваншайдт распространил свои исследования на производные трифенилметана и открыл новый способ получения триарилметанов и соединений с трехвалентным углеродом. Разработал новый метод количественного определения гидроксильных групп в ароматических карбинолах и многоатомных спиртах.

В период Первой мировой войны А.А. Ваншайдт организует Городскую химико-фармацевтическую лабораторию для изготовления в полузаводских масштабах необходимых лекарственных препаратов, ранее ввозимых из-за границы (салациловая кислота, аспирин, салол, ксероформ и др.).

С 1931 по 1960 год – профессор кафедры технологии пластических масс Ленинградского технологического института им. Ленсовета (ЛТИ), с 1952 года – завкафедрой. В ЛТИ А.А. Ваншайдт создает и читает студентам курс химии высокомолекулярных соединений.

В 1936 году Высшая аттестационная комиссия утвердила А.А. Ваншайдта в звании профессора и присудила емученую степень доктора химических наук без защиты диссертации.

С 1931 по 1941 годы А.А. Ваншайдт работал также в Государственном институте высоких давлений и в Ленинградском институте пластмасс, где руководил рядом важных направлений исследовательских работ, в том числе имеющих важное значение для промышленности. Благодаря его исследованиям по разработке методов синтеза и полимеризации стирола, незадолго до начала Великой Отечественной войны был спроектирован завод полистирола. А.А. Ваншайдт открыл чрезвычайно простой способ получения мочевино-формальдегидных смол, легший в основу отечественного производства аминопластов. В промышленность был внедрен разработанный А.А. Ваншайдтом и Э.М. Кагановой совершенно новый метод получения этилового спирта из продуктов крекинга нефти путем прямой гидратации этилена без затрат серной кислоты, позволивший высвободить большое количество зерна и направить по прямому назначению. За эту разработку А.А. Ваншайдт, Э.М. Каганова и работники промышленности, которые участвовали во внедрении, в 1952 году удостоились Сталинской премии I степени.

Во время Великой Отечественной войны проф. А.А. Ваншайдт был эвакуирован с Технологическим институтом в Казань, где занимался исследованиями, имевшими оборонное значение, в частности, работа по синтезу водорастворимых продуктов конденсации фенола с формальдегидом и получению слоистых пластиков и волокнистых для самолето- и судостроения.

В 1944 году А.А. Ваншайдт был реэвакуирован в Ленинград, где продолжил педагогическую и научно-исследовательскую деятельность в ЛТИ. В 1948 году он организовал и возглавил лабораторию

поликонденсационных процессов в ИВС АН СССР. Здесь он провел целый ряд крупных работ по синтезу путем поликонденсации и полимеризации ионообменных смол новых типов, по синтезу теплостойких полимеров. Метод выделения и очистки стрептомицина и других антибиотиков с применением ионитов, разработанный С.Е. Бреслером и Г.В. Самсоновым в содружестве с группой синтетиков, возглавляемой А.А. Ваншнейдтом, был успешно внедрен в производство.

Под руководством А.А. Ваншнейдта были также проведены работы по изучению влияния структуры ненасыщенных соединений на их реакционную способность в процессах сополимеризации, по синтезу ненасыщенных полиэфиров и их сополимеризации с мономерами и др.

А.А. Ваншнейдт активно участвовал в работах по содружеству науки и промышленности: читал лекции и делал доклады на заводах, консультировал работников на производствах и в ряде научных учреждений, участвовал в работе философского семинара. Общественная деятельность А.А. Ваншнейдта связана также с организацией химических лабораторий и кафедр при возникновении Химико-фармацевтического института.

Им опубликовано свыше 120 работ, в их числе 20 авторских свидетельств на изобретения, подготовлены сотни учеников: специалистов-исследователей и инженеров, 12 кандидатов наук и 2 доктора наук.



Павел Павлович Кобеко (1897-1954) – член-корреспондент АН СССР (1943 г.), изобретатель, ученый в области физических и химических наук.

Павел Павлович Кобеко родился в Вильно (Вильнюс) 11 июня 1897 г. в семье нотариуса. В десятилетнем возрасте поступил в Виленскую мужскую гимназию и пробыл в ней до эвакуации из Вильно в 1915 г., был переведен в Мстиславльскую гимназию и окончил ее в 1917 г. В этом же году был мобилизован и служил в 6-м запасном артиллерийском дивизионе в Невеле младшим фейерверкером. После демобилизации по состоянию здоровья в 1918 г. поступил в Московский университет на физико-математический факультет. Однако учеба продолжалась недолго, и П.П. Кобеко поступил на службу в Мстиславльский нарбраз в качестве секретаря школьного подотдела. В конце 1921 г. П.П. Кобеко стал студентом Горецкого сельскохозяйственного института. С 1922 г. работал лаборантом и далее -

научным сотрудником при лаборатории органической химии в этом же институте. В 1924 г. окончил институт, был удостоен звания ученого агронома и в конце 1924 г. переехал в Ленинград.

Член-корр. АН СССР Павел Павлович Кобеко за свою сравнительно недолгую жизнь оставил яркий след в отечественной и мировой науке. Его научная деятельность началась в Ленинградском физико-техническом институте (ФТИ) в тот период, когда физики полимеров как самостоятельной науки еще не существовало. Она стала формироваться позднее, в 30-е годы, и в ее становление и развитие П.П. Кобеко внес крупный вклад. Его первые работы по изучение электропроводности и пробоя в твердых телах, и особенно по сегнетоэлектричеству, получили широкую известность.

В период 1924-1930 гг. в лаборатории академика А.Ф. Иоффе были изучены основы явлений проводимости и пробоя диэлектриков и сделаны первые пионерские работы из области полупроводников. П.П. Кобеко принял участие во всех важнейших исследованиях этого периода. За эти годы П.П. Кобеко вырос в крупного физика-экспериментатора. Совместно с И.В. Курчатовым и К.Д. Синельниковым он изучил механизм выпрямления сернистых солей. Совместно с Курчатовым на примере рентгенизированной каменной соли он показал, что тепловой пробой диэлектрика может быть обусловлен как ионной, так и электронной проводимостью.

В 1930-1932 гг., совместно с И.В. Курчатовым, П.П. Кобеко начал исследование диэлектрических свойств сегнетовой соли, приведшие к открытию нового класса веществ - сегнетоэлектриков, построил физическую картину явления сегнетоэлектричества, доказал существование спонтанной поляризации. Эти работы, обобщенные в книге «Сегнетоэлектричество», привлекли внимание широкого круга физиков и электротехников во всем мире. В дальнейшем они получили большое развитие, как в теоретическом, так и в техническом направлении – неорганические сегнетоэлектрики стали

применяется для создания малогабаритных конденсаторов в радиотехнической аппаратуре: громкоговорителях, репродукторах, фильтрах для телевизоров, лазерах, а затем – в обработке и сохранении информации. За работу по сегнетоэлектричеству П.П. Кобеко был удостоен премии Наркомтяжпрома в 1933 г.

В 1932 г. П.П. Кобеко организовал в ФТИ лабораторию аморфного состояния, на основе которой вскоре была создана советская школа молекулярной физики аморфного состояния. Совместно с Е.В. Кувшинским и И.Г. Гуревичем им были выполнены фундаментальные исследования релаксационного механизма стеклования аморфных тел, показавшие, что отличительной чертой аморфного состояния является именно характер развития релаксационных процессов в веществе. Впоследствии эта идея получила всеобщее признание.

Наряду с этим основным направлением работы П.П. Кобеко исследовал кинетику полимеризации и деполимеризации, связь между химическим строением стекол и полимеров и их физическими свойствами, скорости молекулярных процессов в жидкостях в широком интервале температур и давлений, природу хрупкого разрушения и прочности твердых тел, в особенности полимеров.

П.П. Кобеко занимался разработкой синтетического каучука, улучшением его свойств, повышением механической стойкости и термостойкости. Исследования завершились разработкой методов получения морозоустойчивого синтетического каучука. Другим примером использования на практике научных исследований П.П. Кобеко является изучение вязкости смазочных материалов, которые привели к созданию смазочных масел, не замерзающих при низких температурах.

Одновременно, в 1930 г., П.П. Кобеко преподавал в Ленинградском политехническом институте. В 1935 г. П.П. Кобеко успешно защищает диссертацию на получение ученой степени доктора физико-математических наук, а в 1936 г. утверждается в звании профессора на кафедре «Электрофизика» Ленинградского политехнического института им. Калинина, с 1944 г. – занимает должность заведующего кафедрой физики диэлектриков.

Во время финской войны П.П. Кобеко, совместно с сотрудниками института, сделал пластиковые броненосцы для самолетов, разработал метод борьбы с обледенением самолетов на аэродромах, создал жидкость для амортизаторов самолетов, которая имела низкий температурный коэффициент вязкости.

В период эвакуации ЛФТИ во время войны в Казань (1942-1945 гг.), П.П. Кобеко был оставлен в Ленинграде в качестве директора Ленинградского филиала ЛФТИ. В это же время работал членом Комиссии по реализации оборонных изобретений при горкоме ВКП(б) Ленинграда. С декабря 1943 г. работал по заданию Военного совета Ленинградского фронта на Ладожском озере по постройке Ладожской ледовой дороги и под Шлиссельбургом, на военных ледовых переправах, в 1944-1945 гг. - на военных переправах под Таллинном.

Под руководством П.П. Кобеко и при его участии были созданы термостойкие и морозостойкие резины, диэлектрик с крайне низким температурным коэффициентом диэлектрической проницаемости, низкотемпературные смазочные масла, материал с очень низкими диэлектрическими потерями, получивший название «Эскапон», сыгравший важную роль в период Великой Отечественной войны. Крохотным коллективом сотрудников ФТИ было налажено производство Эскапона, вывозившегося самолетами на Большую землю; установлена причина неожиданных случаев разрушения льда при движении машин по Ладожской трассе – Дороге жизни; проделана большая работа по размагничиванию кораблей Балтийского флота; предложен эффективный способ разминирования минных полей; разработан метод извлечения из олифы растительных масел, пригодных для употребления в пищу.

Во время Великой отечественной войны П.П. Кобеко был контужен и получил повреждение черепа. За работу в период Великой Отечественной войны он награжден тремя орденами: орденом Ленина, орденом Отечественной войны 2-й степени и орденом Трудового Красного Знамени, тремя медалями. За научную работу в послевоенные годы он неоднократно премирован Президиумом АН СССР.

В 1947 г. П. П. Кобеко был назначен заместителем директора по научной части ЛФТИ, а в 1943 г. – избран членом-корреспондентом Академии наук СССР по Отделению физико-математических наук (экспериментальная физика). С 1952 г. П.П. Кобеко работал в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР.

П.П. Кобеко впервые ввел кинетическое рассмотрение аморфных тел, показал, что в переохлажденных жидкостях, стеклах и полимерах все процессы подчиняются одним и тем же релаксационным закономерностям, доказал, что решающую роль в определении характера реакции аморфного тела на внешние воздействия играет длительность, выяснил сущность процесса отвердевания аморфных систем. Исследовал кинетику полимеризации и деполимеризации, связь между химическим строением стекол и полимеров и их физическими свойствами, скорости молекулярных процессов в жидкостях в широком интервале температур и давлений, природу хрупкого разрушения и прочности твердых тел, в особенности полимеров. Совместно с А.П. Александровым разработал метод получения морозостойких резин. Заложил основы физики аморфного состояния в СССР.

Научные труды

1. Физико-химические свойства диэлектриков. – Ленинград, 1934.
2. Аморфные вещества: Физико-химические свойства простых и высокомолекулярных аморфных тел. – Ленинград; Москва: Изд-во АН СССР, 1952.

Последняя монография широко известна и до сих пор пользуется читательским спросом. Это было первое талантливое обобщение, с точки зрения физики, взглядов на структуру и деформационно-прочностные свойства низкомолекулярных и полимерных стекол. Даже спустя полвека после написания, она читается как увлекательная книга, содержащая массу полезной и питающей мозг современного исследователя не потерявшей своей значимости информации.

П.П. Кобеко был широко эрудированным ученым, страстным пропагандистом всего нового, прекрасным лектором, мастером дискуссии, любил выступать с докладами, занимался активной преподавательской деятельностью.

Последний период жизни П.П. Кобеко работал в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР, куда он перешел с группой ближайших сотрудников в 1952 г. Во многом благодаря им в Институте сформировался мощный физический отдел с сильной теоретической лабораторией.



Академик **Борис Александрович Долгоплоск** (1905-1994) – выдающийся российский ученый, крупнейший специалист в области химии высокомолекулярных соединений и металлоорганического катализа, лауреат Ленинской и Государственной премий, Герой социалистического труда. Вся его научная деятельность была неразрывно связана со становлением и развитием отечественной промышленности синтетического каучука. Круг научных интересов Б.А. Долгоплоска был необычайно широк. При этом в нем гармонично сочетались ученый-теоретик и ученый-практик. Период его работы, охватывающий 1938-1956 годы, посвящен развитию исследований по инициированию и ингибиции цепных радикальных процессов, изучению реакций свободных радикалов в модельных системах. Эти работы привели к открытию фундаментального явления – окислительно-восстановительного инициирования полимеризации. Им разработан ряд окислительно-восстановительных систем, генерирующих свободные радикалы при низких температурах (вплоть до -50 °C) в кислых и щелочных средах. На их основе создано крупное промышленное производство высококачественных бутадиен-стирольных, бутадиен-альфа-метилстирольных и других каучуков.

С середины 50-х годов основное внимание Б.А. Долгоплоск сосредоточил на изучении процессов ионной и ионно-координационной полимеризации и сополимеризации диенов, в особенности, под влиянием каталитических систем, содержащих соединения титана, никеля, хрома, лантаноидов и других металлов. Фундаментальные исследования в этой области привели к важным прикладным разработкам. На основе титановой каталитической системы в СССР было создано промышленное производство *цис*-полибутадиена (каучука СКД). В заводских условиях осуществлен выпуск крупных опытных партий *цис*-полиизопрена и нового вида морозостойкого каучука – *цис*-сополимера бутадиена с изопреном (каучук СКДИ) на лантанидных системах.

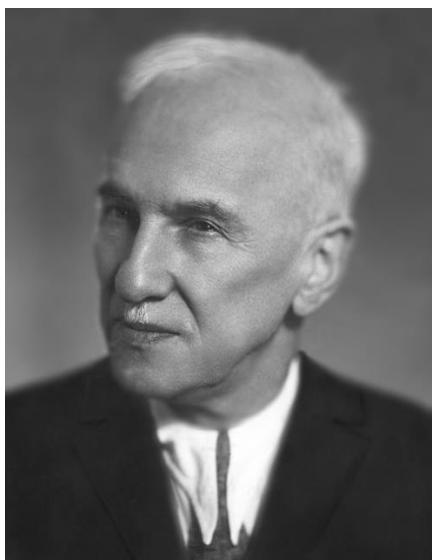
Обширные исследования в области синтеза и изучения каталитической активности индивидуальных металлоорганических соединений переходных металлов (Ti, Ni, Co, Mo, V, Cr, Ln и др.) с сигма- и пи-аллильной связью углерод-металл позволили выяснить природу активных центров, осуществляющих различные типы стереорегулирования при полимеризации диенов, и выдвинуть научно обоснованные представления о механизме стереорегулирования при координационной полимеризации.

Большой вклад внесли Б.А. Долгоплоск с сотрудниками в решение проблемы полимеризации циклоолефинов с раскрытием цикла и метатезиса олефинов. Им впервые выдвинуты и экспериментально доказаны цепной характер процесса и карбеновая природа активных центров. Обстоятельное изучение механизма распада металлорганических соединений переходных металлов, применяющихся в катализе (Pt, Pd, Ru, Co и др.), позволило Борису Александровичу наметить новые подходы к рассмотрению химизма элементарных актов при катализических превращениях углеводородов, в частности, реакций гидрирования, дегидрирования, скелетной изомеризации и др.

Борису Александровичу Долгоплоску были присущи уникальная химическая интуиция и богатейший творческий дар. Много сил и внимания он уделял воспитанию молодежи, учил тщательности и продуманности в постановке эксперимента, критическому отношению к полученным результатам. Его скромность, простота в обращении вызывала к нему искреннюю симпатию и глубокое уважение окружающих.

Е.И. Тинякова

Исследования в области природных полимеров ведутся с момента организации института до настоящего времени в лабораториях, которые были созданы чл.-корр. АН СССР, д.т.н., профессором **Н.И. Никитиным** (1890-1975) и чл.-корр. АН СССР, д.х.н., профессором **С.Н. Даниловым** (1889-1978). Это исследования в области химии и физической химии целлюлозы и ее производных.



чл.-корр. АН СССР, д.т.н., профессор
Николай Игнатьевич Никитин



чл.-корр. АН СССР, д.х.н., профессор
Степан Николаевич Данилов

В соответствии с требованием времени, в 1949 г. в Институте была организована лаборатория химических превращений целлюлозы, основателем которой был С.Н. Данилов. Позднее, в 1959 г. была создана еще одна лаборатория – это лаборатория химии древесины и целлюлозы, основателем которой был Н.И. Никитин. В лаборатории «химических превращений целлюлозы» больше внимания уделялось вопросам получения новых производных целлюлозы, тогда как в лаборатории «химии древесины и целлюлозы» в первые годы ее существования исследовали влияние химического состава древесной целлюлозы, а также полидисперсности целлюлозы из разного вида древесного сырья, морфологии волокон на реакционную способность природного полимера в отношении его использования при производстве г/ц волокон и пленок вискозным методом.

Под руководством С.Н. Данилова были проведены фундаментальные исследования химии ксантогенатов целлюлозы и вискозы. Проведение этих исследований было обосновано организацией в СССР промышленного выпуска искусственных гидратцеллюлозных волокон. Были изучены химические превращения ксантогенатов целлюлозы, установлен механизм взаимодействия сульфита натрия с компонентами раствора, а также выявлена роль полисернистых соединений.

В течение ряда лет проводились исследования окислительных процессов, протекающих в медно-аммиачных растворах и была установлена роль антиоксидантов. Проведенные исследования легли в основу отечественных технологий производства г/ц волокон из ксантогената целлюлозы и из медно-аммиачных растворов.

Также было начато изучение растворимости целлюлозы в фосфорной кислоте и установлено влияние воды на растворяющую способность концентрированной фосфорной кислоты в отношении целлюлозы.

Впервые в СССР под руководством С.Н. Данилова были проведены исследования тогда еще новых растворяющих систем – кадоксена и железовиннонатриевого комплекса. Была показана возможность применения этих растворителей для научных целей, а именно для определения молекулярных характеристик целлюлозы.

Впервые в СССР был осуществлен синтез водорастворимых производных целлюлозы – карбоксиметил- и метилцеллюлозы, которые нашли широкое применение во всем мире. Детально были изучены механизмы этих и ряда других реакций получения производных целлюлозы.

Были найдены новые пути модификации целлюлозы через диазоалканы, эфиры сульфоароматических кислот. Также были разработаны условия получения фосфорсодержащих эфиров целлюлозы, обладающих повышенной устойчивостью к воспламенению и горению.

В этой же лаборатории были изучены условия получения эфиров целлюлозы с повышенными диэлектрическими свойствами. Это устойчивые к термоокислительному разложению цианэтиловые эфиры целлюлозы, сама цианэтилцеллюлоза и ряд других производных целлюлозы.

Поиск новых алкилирующих реагентов для синтеза эфиров целлюлозы позволил получить производные, содержащие высшие линейные и разветвленные алкилы, обладающие высокой эластичностью. Исследования непредельных эфиров целлюлозы привели к созданию макросшивателей для синтеза сверхнабухающих гидрогелей, нашедших самое широкое применение в медицине, косметике, сельском хозяйстве.

Начатое еще в 50-е годы изучение второго по распространенности и значению полисахарида – хитина вылилось в отдельное направление, развиваемое учеными России и за рубежом. Проведенные исследования по направленному синтезу производных хитина стали классическими. Разработанные способы модификации этого полимера дали разнообразные, в том числе и региоспецифически замещенные производные для биомедицинских целей, используемые в качестве имуноадьювантов, носителей для лекарств, противоопухолевых и радиопротекторных препаратов.

В середине 60-х гг. вышло постановление Правительства, согласно которому нельзя было совмещать должности зав. кафедрой в ВУЗе и зав. лабораторией в академическом институте. Поэтому С.Н. Данилов снова перешел на заведование кафедрой высокомолекулярных соединений в Ленинградский технологический институт, но оставался консультантом в лаборатории ИВС АН СССР.

Исследование процессов химической модификации продолжили его ученики.

С 1968 по 1980 гг. лабораторией химических превращений целлюлозы заведовала д.х.н. Нина Ивановна Кленкова. Под ее руководством были проведены фундаментальные исследования повышения доступности структуры целлюлозы путем обработки волокон аминами различного строения с целью ослабления межмолекулярных водородных связей. С помощью этого метода были получены сложные эфиры целлюлозы с очень высокой степенью полимеризации. Были охарактеризованы и другие способы повышения реакционной способности целлюлозы и приведены интересные результаты сорбционных измерений внутренней или удельной поверхности волокон с различной степенью набухания. Результаты проведенных исследований были обобщены Ниной Ивановной Кленковой в монографии «Структура и реакционная способность целлюлозы».

Исследования по синтезу новых производных целлюлозы и изучению их физико-химических свойств были продолжены сотрудниками лаборатории под руководством д. х. н. Валентины Ивановны Курлянкиной, а затем эти исследования продолжил к.х.н. Валентин Алексеевич Молотков.

Исследования, начатые С.Н. Даниловым, в области привитых сополимеров целлюлозы и ее производных легли в основу получения сверхвысокомолекулярных гидрофильных полимеров звездообразной структуры, в центре которых находятся полисахариды, а лучи – поливиниловые привитые цепи.

В лаборатории были расширены исследования химической модификации целлюлозы, причем много внимания уделялось вопросам синтеза привитых сополимеров на основе целлюлозы и ее эфиров с использованием в качестве инициатора окислительно-восстановительных систем. Был детально изучен механизм привитой полимеризации и кинетика процесса. В дальнейшем, с целью решения экологических проблем в лаборатории начали заниматься синтезом высокомолекулярных водорастворимых полимеров с молекулярной массой, достигающей 20-30 млн. дальтон. Полученные гибридные полимеры являются высокоэффективными флокулянтами для очистки сточных вод на заводах целлюлозно-бумажной промышленности и для очистки питьевой воды.

Синтезированные полимеры были исследованы в отношении возможности их использования для повышения нефтедобычи, гашения турбулентности.

Под руководством д.х.н. Виктора Васильевича Копейкина изучались свойства получаемых высокомолекулярных водорастворимых полимеров и возможности их применения в разных областях хозяйственной деятельности.

В нашем институте трудилась еще одна ученица С.Н. Данилова – это д.х.н. Нина Сергеевна Сидорова. В 1963 г. была создана группа синтеза олиго- и полинуклеотидов, которая затем была реорганизована в лабораторию «химии полинуклеотидов». Под руководством Нины Сергеевны были проведены исследования ферментативного синтеза олиго- и полирибонуклеидов, являющиеся аналогами природных РНК. Также было изучена структура и биологическая активность высокомолекулярных полиривонуклеотидных дуплетов.

Основателем другой лаборатории – лаборатории химии древесины и целлюлозы является член-корреспондент АН СССР, д.т.н., заслуженный деятель науки и техники РСФСР Николай Игнатьевич Никитин.

Большую часть своей жизни Н.И. Никитин проработал в Институте леса, впоследствии Лесотехнической Академии. В 1959 г. Институт леса, в котором работал Н.И. Никитин, по решению правительства СССР был переведен в Красноярск, а лаборатория химии древесины – в Институт высокомолекулярных соединений АН СССР.

В 30-е гг. в СССР стала интенсивно развиваться химическая переработка древесины. Строились крупные заводы по получению целлюлозы из древесины, гидролизные заводы по получению древесных сахаров и спирта, заводы по переработке древесной целлюлозы в искусственное волокно. Нужны были обширные исследования по изучению качества полученной на заводах древесной целлюлозы, ее однородности и реакционной способности в отношении вискозного процесса.

Под руководством Н.И. Никитина были начаты работы еще в институте леса, а затем продолжены в ИВС АН СССР по характеристике различных производственных целлюлоз по вязкости, химической чистоте и т.п. В ИВС АН СССР им были начаты работы по изучению полидисперсности по молекулярной массе древесных целлюлоз, предназначенных для переработки в виде искусственного волокна. Был также освоен метод фракционирования древесины и показано, что в природном состоянии древесная целлюлоза имеет высокую степень полимеризации и обладает высокой однородностью. В результате проведенных исследований были тщательно изучены образы древесных целлюлоз разного происхождения и разработаны методы фракционирования азотных эфиров целлюлозы путем их осаждения из растворов в ацетоне.

По той же причине, что и С.Н. Данилов – постановлению Правительства СССР, Н.И. Никитин снова вернулся на основную работу в Лесотехническую Академию, а в ИВС он оставался научным консультантом при лаборатории.

С 1962 по 1994 гг. вначале группу, а затем лабораторию химии и физической химии целлюлозы и ее производных возглавлял ученик Н.И. Никитина – д.х.н., профессор Геннадий Александрович Петропавловский.

Геннадий Александрович начинал свою научную деятельность в Ленинградской лесотехнической академии им. С.М. Кирова под руководством Н.И. Никитина, вместе с которым он и перешел на работу в ИВС АН СССР.

Под руководством Н.И. Никитина в 1961 г. Геннадий Александрович защитил диссертацию на соискание кандидата технических наук на тему «Свойства низказамещенной метилцеллюлозы и ее растворов». В дальнейшем под руководством Г.А. Петропавловского были продолжены исследования водорастворимых эфиров целлюлозы, тонкого строения природных волокон.

Г.А. Петропавловский разработал концепцию о влиянии частичного замещения макромолекул целлюлозы на надмолекулярную структуру природного полимера и межмолекулярные взаимодействия в нем. Под его руководством были проведены комплексные исследования по получению микрокристаллической целлюлозы разными методами и изучены ее свойства. На основе этих работ им была предложена феноменологическая модель тонкого строения природной целлюлозы, на примере которой было показано влияние надмолекулярной структурной неоднородности целлюлозы на ее реакционную способность. Были установлены пути увеличения реакционной способности целлюлозы при направленном воздействии на ее аморфную часть. Большой цикл исследований был проведен по сшивке водорастворимых эфиров целлюлозы и изучению их физико-химических свойств. Результаты проведенных исследований были обобщены Г.А. Петропавловским в монографии «Гидрофильные частично замещенные эфиры целлюлозы и их модификация путем химического сшивания».

Под руководством Г.А. Петропавловского были изучены свойства полимерных композитов на основе водорастворимых производных целлюлозы и водных латексов и показана возможность получения пленок и мембран с необычными свойствами.

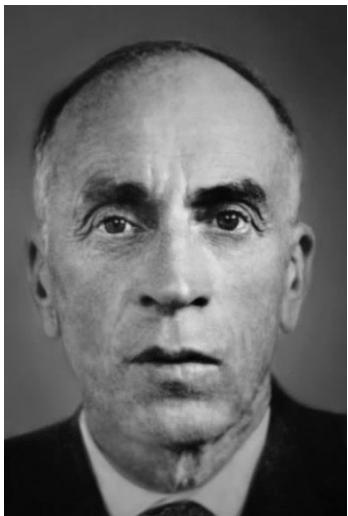
Г.А. Петропавловский уделял большое внимание изучению новых растворяющих систем для целлюлозы в качестве альтернативы вискозному процессу. Впервые в СССР в 1980 г. под его руководством были начаты исследования свойств растворов целлюлозы в N-оксидах третичных аминов. В настоящее время в большинстве стран используются технологии получения гидратцеллюлозных волокон с использованием метилмофолин-N-оксида. Это полная замена экологически вредного вискозного процесса. Исследования по изучению растворов целлюлозы в аминооксидах, проведенные в ряде лабораторий ИВС РАН, внесли свой вклад в развитие современных технологий получения искусственных гидратцеллюлозных волокон и пленок.

В этой же лаборатории было продолжено изучение свойств хитина (д.х.н. Л.А. Нудьга), хитозана и их производных, которые были начаты под руководством С.Н. Данилова.

В 1998 г. в нашем институте была создана группа «химии и экологии природных полимеров», которая в 2003 г. реорганизована в «лабораторию химии и экологии природных полимеров». В отличие от перечисленных исследований за прошедшие годы, в настоящее время уделяется больше внимания природным полимерам из нетрадиционных источников. Это использование целлюлозы льна, вернее отходов льно-производства (коротких волокон и одревесневшей части стеблей льна) в химической промышленности взамен хлопкового линтера, исследование физико-химических свойств целлюлозы из новых источников, изучение свойств хитин-глюканового комплекса и хитина из различных источников и ряд других направлений. В ряде лабораторий института широко исследуются свойства бактериальной целлюлозы.

Исследования в области химии и физико-химии целлюлозы, хитина и их производных продолжаются в нашем институте учениками С.Н. Данилова, Н.И. Никитина, Н.И. Кленковой, Г.А. Петропавловского и в настоящее время.

А.М. Бочек



Гавриил Петрович Михайлов (1905-1966) – крупнейший специалист в области физики полимеров и диэлектриков, идеальный организатор исследований диэлектрических свойств полимеров в нашей стране, которые в дальнейшем составили одно из интереснейших направлений изучения релаксационного поведения, теплового движения и структуры полимеров.

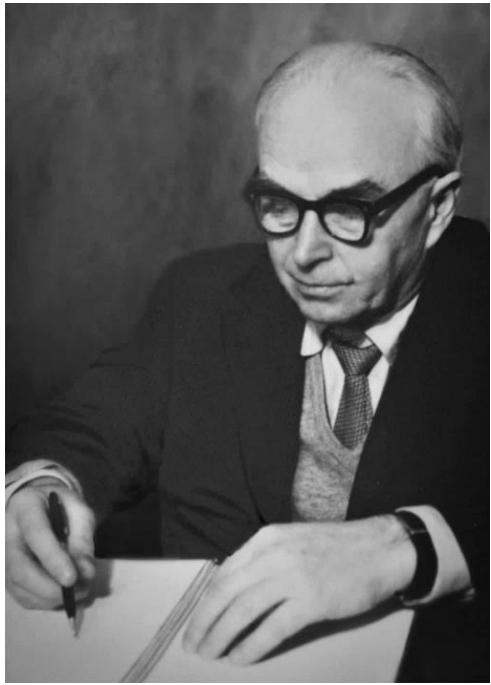
В Физико-техническом институте, которым руководил тогда академик А.Ф. Иоффе, Г.П. Михайловым был выполнен цикл работ по пьезоэлектрическим свойствам кварца, сегнетоэлектричеству и диэлектрическим свойствам жидких кристаллов. В 1937 г. Гавриил Петрович перешел к изучению электрических свойств полимеров. Он был в числе первых физиков, кто предвидел огромную практическую значимость высокомолекулярных соединений, а следовательно, и необходимость фундаментальных исследований их структуры и свойств.

С 1952 г. Г.П. Михайлов руководил диэлектрическими исследованиями в ИВС АН СССР. Главная направленность научных интересов Гавриила Петровича – изучение структурно-релаксационных связей, молекулярных взаимодействий, динамики макромолекул и структуры полимеров. Широкополосная диэлектрическая спектроскопия полимеров и методы исследования дипольных моментов были дополнены ядерной магнитной релаксацией. Это обеспечило богатейшие возможности для изучения физики новых классов полимеров, создаваемых в институте, и разнообразных модельных соединений, с помощью которых были идентифицированы механизмы молекулярной подвижности, дипольных корреляций, внутри- и межмолекулярных взаимодействий в полимерах.

Детальное исследование релаксационных процессов в полимерах методами динамических механических и диэлектрических потерь позволило Г.П. Михайлову высказать заключение об общности молекулярных динамических процессов в механических и электрических полях, что имело важное теоретическое и практическое значение. Обобщение результатов этих исследований позволило сформулировать принципы построения структуры полимеров, отвечающей заданным характеристикам диэлектрических свойств и электропроводности. Углубление фундаментальных представлений о связи структуры и релаксационных свойств полимеров привело к разработке практических рекомендаций о принципах получения новых систем, обладающих, например, практически нулевым температурным коэффициентом электрической емкости с необычно высокой диэлектрической проницаемостью при небольшом уровне диэлектрических потерь.

Под руководством Г.П. Михайлова был разработан количественный метод определения макроструктуры полимеров исходя из величин дипольных моментов, создан и внедрен чувствительный метод контроля качества полиэтилена как высокочастотного диэлектрика.

Т.И. Борисова, В.А. Шевелев



Евгений Васильевич Кувшинский (1905-1986) – доктор физико-математических наук, профессор, один из крупнейших ученых, работавших в области молекулярной физики. Наряду с А.П. Александровым и П.П. Кобеко он является основоположником релаксационных представлений о природе реакций полимеров на внешние воздействия. Е.В. Кувшинский – Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, награжден “Орденом Трудового Красного Знамени” и медалями “За доблестный труд в Великой Отечественной войне” и “В честь 250-летия Ленинграда”.

По окончании Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина (ЛПИ) в 1929 году Е.В. Кувшинский – ученик академика А.Ф. Иоффе – начал работать в Физико-техническом институте АН СССР, где еще будучи студентом, принимал участие в исследовательских работах. В начальный период своей научной работы он открыл и исследовал релаксацию тепловых свойств аморфных тел. Это позволило установить новые универсальные законы изменения состояния аморфных веществ. Следствием проведенных Е.В. Кувшинским работ явилось развитие принципиально нового подхода к процессу стеклования, который

стал рассматриваться как процесс релаксационный.

В годы Великой Отечественной войны Е.В. Кувшинский руководил разработкой полимерных присадок к моторным маслам и открыл ряд новых гидродинамических эффектов, в частности, явление “входного вихря”, тем самым заложив основы нового раздела механики сплошных сред. За научное исследование явления “входного вихря” Е.В. Кувшинскому была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук.

В 1953 году лабораторию Е.В. Кувшинского перевели в ИВС АН СССР, где он организовал исследование механических свойств полимеров. Под его руководством были созданы новые марки теплостойких стекол для авиации. В том же 1953 году Е.В. Кувшинский возглавил кафедру физики диэлектриков и полимеров в ЛПИ им. М.И. Калинина.

Е.В. Кувшинский принимал активное участие в организации новых отделов ИВС. Сам он заведовал отделом «Высокопрочные полимеры» и способствовал развитию научных исследований этого направления и деловых связей с НИИ и отраслевыми институтами. Е.В. Кувшинский внес ценный вклад в изучение механических свойств каучукоподобных полимеров, в вопросы реологии каучуков и прочности резин, тесно сотрудничая с Всесоюзным научно-исследовательским институтом синтетического каучука им. С.В. Лебедева и ЛПИ им. М.И. Калинина. Е.В. Кувшинский научно обосновал и создал ряд приборов для изучения физических и механических свойств полимеров.

Е.В. Кувшинский отличался чрезвычайно широкой научной эрудицией и интересами. Он принадлежал к тому редкому типу ученых, которые одновременно являются и теоретиками, и экспериментаторами, поэтому его труды исключительно богаты по содержанию и безупречны в исполнении опыта. Его перу принадлежит более 125 как экспериментальных, так и теоретических работ по электрическим и механическим свойствам полимеров, по вопросам полимеризации при высоких давлениях, по реологии растворов полимеров, по термодинамике и теории упругости. Как педагог он воспитал большое число инженеров-физиков и научных работников, подготовил более 20 кандидатов наук.



Михаил Михайлович Котон (1908-2005) – всемирно известный ученый-химик, внесший существенный вклад в науку о полимерах, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР, директор ИВС РАН с 1960 по 1987 год, организатор науки и непосредственный руководитель ряда исследовательских проектов по созданию полимерных материалов, имеющих стратегическое значение и необходимых для развития отечественного авиа- и приборостроения, электро- и радиотехники, микроэлектроники; создатель признанной научной школы по термостойким полимерам; воспитатель нескольких десятков специалистов высшей квалификации: докторов и кандидатов наук; общественный деятель, депутат двух созывов ленинградского городского совета депутатов трудящихся; орденоносец, житель блокадного Ленинграда.

Михаил Михайлович родился в Петергофе в 1908 году в семье железнодорожного служащего – одного из руководителей железнодорожного вокзала. В те времена Петергоф был закрытым городом в том отношении, что в нем постоянно могли проживать лишь лица, которые имели разрешение от Министерства Двора. Ранее никогда не озвучивалось то обстоятельство, что Михаил Михайлович, Флоринский Петр Сергеевич и его брат Анатолий Михайлович были иподиаконами петергофского архиепископа Николая. Это крупный деятель, православный писатель, один из трех иерархов, которых вызывал к себе Сталин, когда возрождал эту церковь, и крайне неоднозначная личность в истории. И то, что Михаил Михайлович был иподиаконом, конечно, сыграло роль в его дальнейшем продвижении и карьере. Быть штатным церковным служителем, когда организуются комсомольские ячейки и т.д., означало идти противотоком. Из-за этого обстоятельства ему удалось закончить только провизорский техникум, и он работал в аптеке. И до последних лет жизни у него был интерес к фармакологии.

Ему удалось устроиться на работу в Институт высоких давлений и энергий, где была лаборатория Бутлерова. Этот институт был организован академиком Ипатьевым, внесшим огромный вклад в развитие мировой промышленности и мировой науки. Ипатьев был к тому времени генерал-лейтенантом царской армии и был вхож и в Министерства, и к государю. Когда произошла революция, Ипатьев стал вхож в кабинет к Троцкому, к Ленину, потому что он был организатором химической науки и химической промышленности, а большевики нуждались в таком квалифицированном специалисте. Михаил Михайлович непосредственно с Ипатьевым дела не имел, рассказывал, что когда тот приезжал, снимал свою генеральскую шинель с красной подкладкой на руки швейцара. Работал Михаил Михайлович под руководством академика Георгия Алексеевича Разуваева – будущего организатора и директора Института химии Академии наук в Горьком, сейчас Нижнем Новгороде. У них была небольшая разница в возрасте: лет 8, и работали они вместе много лет.

Михаил Михайлович стоял у истоков зарождения науки о свободных радикалах вместе с Г.А. Разуваевым. Много было сделано по развитию металло-органических полимеров. Разуваев был репрессирован, отсидел 10 лет в лагерях. Котон М.М. стоял у истоков создания класса кремний-органических полимеров, техническое значение которых сейчас трудно переоценить. В США первое сообщение по полиорганосилоксанам появилось в 1941 году, у нас в конце 30-х годов были дискуссии о том, что если обрамлять цепи Si-O-Si органическими радикалами, они будут приобретать изгибные свойства. В 1939 году Михаил Михайлович делал сложные металло-органические соединения в рамках сотрудничества с институтами, занимавшимися конденсаторами. Он довольно рано начал заниматься органическими диэлектриками. Итоги систематических исследований в области металло-органических соединений, произведенных в 30-х – 41-м, годах Котон М.М. подвел в докторской диссертации, защитить ее в 1941 году он по понятным причинам не смог, защитил в 1945. В диссертации рассмотрены реакции органических соединений ртути, олова, свинца, висмута с водородом под давлением, с некоторыми металлами и неметаллами, а также с рядом веществ, обладающих способностью отщеплять атом водорода от своей молекулы, со спиртами, фенолами, органическими галлоангидридами кислот. Котоном М.М. была открыта новая реакция меркурирования фенолов ароматическими соединениями ртути. В последние годы, уже работая у нас в институте, Котон М.М. уделял внимание органическим соединениям сурьмы и таллия. Результаты этих исследований

проложили дорогу к металл-органическим полимерам, в том числе и термостойким. Надо сказать, что теплостойкость этих металл-органических соединений, действительно, повышается за счет физического сшивания макромолекул. А термостойкость разложения при введении металла ухудшается.

С 1952 года Михаил Михайлович заведовал лабораторией синтеза новых термостойких полимеров в нашем институте, в 1960 году был назначен директором института и в этой должности проработал до 1987 года. С именем Котона М.М. связано становление института как признанного в мире центра науки о полимерах. Основные исследования, которые проводил в ИВСе Михаил Михайлович, были развитием той тематики, которой он занимался в Физико-техническом институте, где работал до прихода в ИВС. Итогом стало создание сцинтиляционных пластмасс для измерения радиоактивного излучения. Это было актуальное направление, радиационное излучение измеряли с помощью растворенных в органических растворителях люминофоров, но это было крайне неудобно. Тогда и зародились работы по люминесценции, которыми занималась Ануфриева Е.В., Панов Ю.Н. наладил фотометрию.

Другое направление исследований Михаила Михайловича было связано с синтезом полимеров для создания органических стекол для скоростной авиации. В те времена создавались реактивные самолеты, и проблема стояла очень остро. Созданием органических стекол занимался большой коллектив и, в том числе, наша лаборатория. Д.х.н. И.А. Арбузова и д.х.н. Е.Н. Ростовский добились весьма ощутимых результатов: ряд марок стекол, которые были разработаны, прошли испытания в ВИАМ и были паспортизованы. Михаил Михайлович занимался акрилатами, метакрилатами, содержащими в своем составе производные олова, свинца, германия, сурьмы, таллия.

Поскольку Михаил Михайлович был связан с медицинскими учреждениями – перед войной и в войну он работал в педиатрическом институте, был там доцентом и читал курс органической химии, – в блокаду он занимался изготовлением витаминных экстрактов из хвои и других доступных растений для поддержания населения. Кроме того, на базе этого института была организована лаборатория МПВО, которая занималась выездом на места бомбежек для сбора и анализа почв на предмет применения отравляющих веществ.

После войны Михаил Михайлович начал работать в Физтехе, совместно с Павлом Павловичем Кобеко он занимался органическими диэлектриками для систем радиолокации.

Чтобы закрыть тему с органическими стеклами, нужно отметить, что они также нашли применение в медицине: на их основе были сделаны первые отечественные хрусталики для офтальмологии.

В связи со сцинтиляторами мы много занимались полимерами виниловыми производными гетероциклических соединений, а для создания оргстекла использовались эфиры метакриловой кислоты, алифатические и ароматические амиды, ангидриды дикарбоновых непредельных кислот, если говорить о химическом содержании работ.

Примерно в 60-е годы возник большой интерес к полимерам, которые стали называть полигетероариленами. Этот термин ввел Василий Владимирович Коршак. Мы стали заниматься гетероциклическими полимерами, поскольку уже на полиамидах, метакриламидах было показано, что усиление межмолекулярного взаимодействия позволяет повысить теплостойкость, а потом перешли на гетероциклические соединения. У нас работали очень сильные органики, и Михаил Михайлович использовал все синтетические возможности для получения первых диангидридов и диаминов. Это был тот период, когда наш институт, благодаря полиимидаам, вырвался вперед по сравнению с ИНЭОСом. Разработанные материалы имели стратегическое значение. На основе полиимидов были получены пленки, связующие, волокна. На основе полиимидов можно получать практически все виды технических изделий, которые устойчивы при 300 °C. Потом перешли на более термостойкие системы, которые выдерживают неделю 400 °C, и для электроники – полчаса при 500 °C. В настоящее время мы продолжаем заниматься этим направлением исследований, но катастрофически отстаем в этой области.

Вклад Михаила Михайловича в развитие химии металл-органических соединений и химии термостойких полимеров очень весомый.

Михаил Михайлович имел хорошие контакты, в годы работы с Физико-техническим институтом он занимался анализом урановых руд. Однажды случилась крупная неприятность, и шло разбирательство на очень высоком уровне: ЦК КПСС, академик Александров сказал: «Все что угодно, но Михаил Михайлович не врет». В этом отношении у него был высокий рейтинг не только среди друзей, но и среди неприятелей.

Некоторые говорили, что Котон М.М. превращает институт в монокультурный, который будет заниматься только полимерами. Это не совсем так, он умел организовывать комплексные исследования и всегда говорил: «Надо заинтересовать физиков». Он умел дать объект, который будет интересен для разных специалистов, и потом соединить части в единое целое. Михаил Михайлович отлично понимал, что нужно соблюдать баланс между биологически и технически значимыми полимерами и что эффективно вести оба направления он не в состоянии, но умел организовывать эти работы.

Я был заместителем заведовавшего лабораторией Михаила Михайловича, и мне с ним было вольготно жить, потому что никаких ограничений на мои творческие потуги не было. И я не помню случая, чтобы он меня за что-то отругал. Сейчас, когда мне тоже немало лет, я вспоминаю ряд обстоятельств и понимаю, что в этих обстоятельствах Михаил Михайлович находился в строгих моральных православных нормах. Он был суровым человеком, но при этом являлся носителем петербургской культуры, культуры петербургского чиновничества. По натуре он был очень вспыльчив, и на его лице отражались все эмоции, ему никогда ничего не удавалось скрыть. За свои вспышки он всегда извинялся, и эти слабости никогда не отражались на его работе.

B.B. Кудрявцев



Виктор Николаевич Цветков (1910-1999) – член-корр., д.ф-м.н., профессор, основатель современной школы физики полимеров, лауреат Государственной премии, крупнейший специалист в области физики полимеров. Награжден медалью «За доблестный труд в Великой отечественной войне».

В 1934 году В.Н. Цветков окончил аспирантуру Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова (ЛГУ), в 1935 – защитил кандидатскую диссертацию, в 1940 – докторскую. Обе его диссертации, как и другие военные работы, посвящены исследованиям жидких кристаллов и представляют фундаментальный вклад в этот раздел физики, т.к. сформировали новый взгляд на структуру жидких кристаллов, в основе которого лежит осуществление в них дальнего ориентационного порядка.

С 1941 по 1944 год в составе Казанского филиала ЛГУ работал с группой сотрудников по заданиям промышленности синтетического каучука. Эти работы и их продолжение с 1944 года в Ленинграде,

были отмечены Государственной премией СССР в 1952 году. С 1945 года, заведуя кафедрой общей физики ЛГУ, организовал учебную специализацию «физика полимеров», которая позднее – в 1958 г. – была преобразована в кафедру полимеров. В 1949 году по совместительству начал работать в ИВС АН СССР, где организовал лабораторию молекулярной гидродинамики и оптики полимеров.

С 1941 года В.Н. Цветков перешел к исследованиям высокомолекулярных веществ. Виктор Николаевич и его сотрудники разработали оригинальные методы изучения размеров, формы, структуры и таких свойств макромолекул, как гибкость, оптическая анизотропия и др. Были разработаны методы: двойного лучепреломления в потоке растворов полимеров, поляризационного интерферометра, изучения растворов в быстропеременных полях. Развиты методики изучения угловой зависимости светорассеяния растворов полимеров, изучения зависимости вязкого течения растворов полимеров от градиента скорости потока. Круг высокомолекулярных веществ, изучавшихся В.Н.

Цветковым и его школой весьма широк. Разработанные ими экспериментальные методы были внедрены в практику научно-исследовательской работы отраслевых и академических институтов.

Практическое значение имеют работы В.Н. Цветкова, посвященные разработке количественного метода оценки разветвленности макромолекул по измерению коэффициентов вращательной и поступательной диффузии, применение динамического двупреломления к выяснению структуры цепей, содержащих ароматические циклы и другие работы.

На протяжении 20-ти лет под руководством В.Н. Цветкова успешно развивались теоретические и экспериментальные исследования молекулярной структуры жесткоцепных полимеров. Были разработаны методы количественного определения равновесной и кинетической жесткости макромолекул и установлена взаимосвязь между ними. Изучены лестничные полисилоксаны, полизиоцианаты, производные целлюлозы, ароматические полиамиды и полиэфиры. Изучены закономерности образования внутри- и надмолекулярного мезоморфного состояния в гребнеобразных полимерах.

Под руководством В.Н. Цветкова выполнено и защищено более 40 докторских и кандидатских диссертаций. Автор 380 научных статей и 2-х монографий.

Об истории лаборатории молекулярной гидродинамики и оптики полимеров



Научная школа В.Н. Цветкова

Фотография сделана в связи с 70-летием Виктора Николаевича Цветкова в феврале 1980 г. на лестнице здания ИВС на Биржевом проезде. Первый ряд снизу, слева-направо: Штенникова И.Н., Цветков В.Н. (зав. лаб. № 6), Захарова Э.Н. (ЛГУ), Астапенко Э.П. Второй ряд: Лавренко П.Н., Филиппова (Пекер) Т.В., Козьмина О.П. (лаб. 5 ИВС, ЛГУ), Тимофеева Г.Э., Нефедов П.П. Третий ряд: Андреева Л.Н., Диденко С.А., Фомин Г.А. (ЛГУ), Любина С.Я., Стрелина И.А., Проворова А.И., Погодина (Цветкова) Н.В. (ЛГУ), Окатова О.В., Колбина Г.Ф., Михайлова Н.А. (ЛГУ), Лысенко Е.Б., Чубенко Е. (ЛГУ), Корнеева Е.В., Магарик С.Я. Верхний ряд: Раглис В.В., Петров В.Р., Машошин А.И., Черкасов В.А., Охрименко Г.И., Рюмцев Е.И. (ЛГУ).

Ко времени образования в 1948 г. Института высокомолекулярных соединений, в Ленинграде уже работала группа физиков-экспериментаторов во главе с молодым профессором Виктором

Николаевичем Цветковым, который заведовал кафедрой общей физики на физическом факультете ЛГУ. Группа Цветкова добилась впечатляющих успехов в изучении двойного лучепреломления в потоке (ДЛП) разбавленных растворов полимеров и поступательной диффузии макромолекул в их предельно разбавленных растворах с применением поляризованного света и получением информации об отдельной макромолекуле как таковой. Для этого нужно было сконструировать и изготовить соответствующие установки, что и было сделано на базе мастерских Физического факультета. Никакого приборного парка для исследования высокомолекулярных соединений в то время нигде в мире не было.

Консультации и переговоры о вхождении В.Н. Цветкова в ИВС велись, по-видимому, с самого начала образования Института. Виктор Николаевич Цветков был принят в штат ИВСа 12 июня 1950 г. в лабораторию структурного анализа, руководимую Михаилом Владимировичем Волькенштейном. Через год В.Н. Цветков был назначен заведующим лабораторией №5, а в 1952 г. он становится заведующим Лабораторией №6 – растворов полимеров, одновременно лаборатории М.В. Волькенштейна присваивается №7 и название Лаборатория структуры полимеров.

Лаборатория №6 начала оснащаться установками, созданными на Физическом факультете ЛГУ, для проведения экспериментальных исследований высокомолекулярных соединений в разбавленных растворах. Прежде всего, были собраны две установки по изучению ДЛП (Магарик С.Я.), установки по исследованию поступательного трения макромолекул в растворах (Крозер С.П., Кленин С.И.). На пике развития лаборатории в ней было 9 установок по ДЛП и 7 установок по изучению поступательной диффузии. Период становления лаборатории закончился в 1956 г., когда в лабораторию перешел с физического факультета ЛГУ В.Е. Эскин, и образовалась под его руководством группа светорассеяния (Барановская И.А., Короткина О.З.). В.Е. Эскиным был создан универсальный фотоэлектрический нефелометр (при участии инженера Р.Я. Резлера), послуживший эталоном при изготовлении в мастерских НИФИ ЛГУ серии приборов для многих научных учреждений СССР.

Исследования, проводившиеся в лаборатории №6, можно разделить на несколько направлений. Изучение фундаментальных проблем структуры макромолекул и построение теорий, адекватно описывающих их поведение в разбавленных растворах в разных условиях. Исследование широчайшего спектра конкретных макромолекулярных структур, сочетая заинтересованность коллег-химиков с изучением проблем молекулярной физики высокомолекулярных соединений. Совершенствование теории и методов молекулярной гидродинамики и оптики для изучения индивидуальных макромолекул в растворах. Хронология этих исследований определялась развитием мировой науки о полимерах. Ее главные этапы: фундаментальное представление о цепном строении высокомолекулярных веществ, статистическая механика цепных молекул, физическая кинетика макромолекул, в том числе способных к образованию жидкокристаллической структуры и термотропной мезофазы.

Первыми работами, вышедшими из лаборатории №6 и опубликованными в 1951 году с аффилиацией «Институт высокомолекулярных соединений Академии наук СССР», были следующие: Цветков В.Н. Об одном методе определения геометрических размеров макромолекул в растворе. ДАН 78, 3, 465-468 (теория измерения коэффициента поступательной диффузии на поляризационном диффузометре); Цветков В.Н. Разветвленность и геометрические размеры цепных молекул в растворе. ДАН 78, 6, 1123-1126 (расчет размеров дендримеров); Цветков В.Н., Крозер С.П. Концентрационная зависимость скорости диффузии полистирола в растворе. ДАН 89, 3, 383-386.

В 1952 году В.Н. Цветкову была присуждена Сталинская премия за исследования строения и свойств высокомолекулярных веществ, изложенные в серии научных статей.

Опыт по конструированию и использованию установок передавался научному сообществу в соответствующих публикациях: Магарик С.Я. Установка для измерения двойного лучепреломления. 1956 Приборы и стенды; Кленин С.И. Установка для определения коэффициента поступательной диффузии. 1958 Передовой научно-технический и производственный опыт; Эскин В.Е. Фотоэлектрический нефелометр. ЖТФ 1958.

Первая появившаяся в лаборатории №6 аналитическая ультрацентрифуга была изготовлена по заказу ИВС в СКБ научного приборостроения (г. Москва). Регистрация седиментационной границы в ней

производилась с помощью поляризованной оптики, аналогичной, используемой в диффузометре Цветкова. С начала 60-х годов в Институт начали поступать аналитические ультрацентрифуги, производимые венгерской фирмой МОМ, которые в ИВС'е дооснащались поляризованной оптикой. Цветков с сотрудниками применил для изучения индивидуальных макромолекул тонкие методы поляризационной оптики и разработал ряд высокочувствительной техники для проведения экспериментов по изучению гидродинамики, оптики и электрооптики макромолекул. Каждый из методов, введенных в лаборатории, давал определенную количественную информацию о свойствах макромолекул, но имел свои ограничения. Поэтому наиболее плодотворным являлось комплексное исследование структуры макромолекул, образующих широкий гомологический ряд, с применением дополняющих друг друга методов. Это сочетание методов было отражено в окончательном наименовании лаборатории – Лаборатория молекулярной гидродинамики и оптики полимеров. Лаборатория постоянно пополнялась молодыми сотрудниками – выпускниками кафедры «Физики полимеров» Физического факультета ЛГУ-СПбГУ, руководителем которой со дня основания в 1958 г. до 1996 г. был В.Н. Цветков.

Следует подчеркнуть, что до конца 70-х годов Лаборатория молекулярной гидродинамики и оптики полимеров ИВС и Кафедра физики полимеров ЛГУ представляли фактически единый научный коллектив, в котором исследования проводились под непосредственным научным руководством Виктора Николаевича Цветкова. С конца 70-х годов, когда Физический факультет окончательно переехал в Петергоф, тесная связь постепенно нарушалась.

Приведем один из примеров плодотворного сотрудничества химиков и физиков нашего института. В начале 60-х в лаборатории А.А. Короткова начинают проводить синтетические работы с «живыми полимерами» и прививают на полиметилметакрилат (ПММА) боковые цепи полистирола (ПС) (*С.П. Миценгендлер, Г.А. Андреева, К.И. Соколова, А.А. Коротков Синтез привитых сополимеров действием полимерных металлоганических соединений на полярные полимеры и изучение их свойств. I Синтез привитых сополимеров стирола и метилметакрилата. ВМС 1962, 9, 1366-1374*). С.Я. Магарик обнаруживает, что собственное ДЛП этих сополимеров в изорефрактивном растворителе имеет положительный знак, хоть полистирольные цепи обладают собственной отрицательной анизотропией. В.Н. Цветков собирает группу исследователей, состоящую из Магарика С.Я., Кленина С.И., Эскина В.Е., которая в результате исследований различными молекулярными методами образцов сополимеров и исходных составляющих, приходит к важному выводу, что синтезируемые сополимеры, по-видимому, имеют гребнеобразное строение (*В.Н. Цветков, С.Я. Магарик, С.И. Кленин, В.Е. Эскин Синтез привитых сополимеров и изучение их свойств. II. Размеры, конфигурация и оптические свойства макромолекул привитого сополимера метилметакрилат-стирол. ВМС 1963, 1, 3-10*). Сотрудничество лабораторий активизируется. Химики (Г.А. Андреева) синтезируют новые ряды сополимеров, а физики, расширив круг исследователей (Барановская И.А., Черкасов А.Н., Лавренко П.Н., Кадыров Т., Андреева Л.Н., Павлов Г.М., Фомин Г.А.), продолжают интенсивно изучать привитые сополимеры.

В 1968 году профессор В.Н. Цветков был избран в Академию Наук СССР. В день его избрания на заседании Ученого Совета ИВС успешно прошла защита одной из кандидатских диссертаций по исследованию гребнеобразных привитых сополимеров аспиранта лаборатории №6 Т. Кадырова. Финальным аккордом в изучении граfft-сополимеров ПММА-ПС с максимальной частотой прививки является, по-видимому, публикация: Magarik S.Ya, Pavlov G.M., Fomin G.A. Hydrodynamic and optical properties of homologous series of styren-methyl methacrilate graft copolymers. Macromolecules, 1978, 11, 294-300. Заметим, что экспериментальные исследования привитых сополимеров дали мощный толчок развитию теоретических исследований в области сополимеров типа «мохнатых цилиндров». И из этой области исследований, по некоторым наблюдениям, теоретики выходить не собираются.

Затем в лаборатории приступили к комплексному изучению серии гребнеобразных поли-*n*-алкилакрилатов и -алкилметакрилатов совместно с лабораториями Д. Харди и Б.А. Кренцеля. Результаты не заставили себя ждать, и в 1970 г. Главный комитет Выставки достижений народного хозяйства СССР наградил молодую сотрудницу лаборатории Колбину Г.Ф. бронзовой медалью «За исследование конформационных свойств полимеров ряда полиалкилметакрилатов, за оценку жесткости, как основной, так и боковой цепи полимеров, что дает возможность получать новые полимеры с заданными свойствами».

Строение боковых цепей усложнялось и, наконец, в них появились мезогенные группы. Гребнеобразные полимеры, содержащие в боковых цепях мезогенные группы, изучали в сотрудничестве с лабораториями Б.А. Кренцеля, Д. Харди и Н.А. Платэ. Можно представить ощущения В.Н. Цветкова, когда он с сотрудниками вновь стал исследовать новые мезогенные соединения на другом уровне, чем в начале 30-х годов, когда он был аспирантом В.К. Фредерикса. Исследования свойств мезоморфного состояния низкомолекулярных соединений в 30-х годах сформировало Виктора Николаевича как крупного исследователя, что привело к защитам как его кандидатской, так и докторской (1940 г.) диссертаций.

Результаты исследований жидкокристаллических полимерных систем были опубликованы в большом числе работ и обобщены в книге В.Н. Цветкова Жесткоцепные полимерные молекулы. 1986, Наука, Ленинград, а также в обзорах Цветков В.Н., Рюмцев Е.И., Штенникова И.Н. Внутримолекулярный ориентационный порядок и свойства полимерных молекул в растворах. Стр. 57-117. Liquid crystalline order in polymers. Ed. A. Blumstein, 1978, Academic Press, NY; Штенникова И.Н. Молекулярная структура полимеров с мезогенными группами. Стр. 73-123. Жидкокристаллические полимеры. Под ред. Н.А. Платэ, 1988, Химия, Москва.

В 1983 году В.Н. Цветков был удостоен еще одной Государственной премии СССР – За достижения в области изучения свойств низкомолекулярных ЖК и их использование при создании жидкокристаллических индикаторных устройств. Награда нашла героя через 50 лет. В 30-е годы XX столетия тема жидкокристаллического состояния вещества не находилась на магистральном направлении физической науки, а в настоящее время информационная техника не может существовать без применения жидкокристаллических веществ и использования тех их свойств при наложении электромагнитных полей, которые были изучены в лаборатории В.К. Фредерикса.

Всего через два года, в 1985, лаборатория в лице Ирины Николаевны Штенниковой была удостоена Государственной премии СССР за цикл работ «Физическая химия синтетических жидкокристаллических полимеров» (1968-1983).

Таким образом, на счету лаборатории №6 три Государственные премии.

Хотелось бы отметить еще один блок исследований, связанный с совершенствованием методов молекулярной гидродинамики и оптики. Речь идет об изучении полимеров, на основе которых получают сверхвысокомодульные волокна, но которые молекулярно растворимы только в концентрированной серной кислоте. Это – поли-*p*-бензамид, поли-бензимидаолы, поли-*p*-фенилтерефталамид и некоторые другие. Для их исследования потребовалось создать новую линейку динамооптиметров и диффузионных ячеек с использованием кислотостойкого тефлона. Эти важнейшие части соответствующих установок были сконструированы и изготовлены замечательными широкого профиля механиками лаборатории: С.К. Хохловым, а затем и поныне В.В. Раглисом. Диффузионные исследования полимеров в агрессивной среде проводили Лавренко П.Н. (он же предложил конструкцию новой диффузионной ячейки) и Окатова О.В. Изучение их двойного лучепреломления осуществляли Филиппова (Пекер) Т.В., Гармонова Т.И., Колбина Г.Ф. и Михайлова Н.А., прикомандированная из ЛГУ. В результате достаточный и единственный в своем роде набор экспериментальных данных (коэффициенты поступательной диффузии, характеристические вязкости, характеристические углы ориентации и оптические коэффициенты сдвига), полученных в столь агрессивной среде, позволил провести полноценный анализ конформационного состояния изолированных цепей гомологических рядов поли-*p*-бензамида, поли-бензимидаолов, поли-*p*-фенилтерефталамида. Результаты этих уникальных исследований были опубликованы в ряде статей в российских и международных журналах, а также обобщены в книге В.Н. Цветкова Жесткоцепные полимерные молекулы, 1986 г.

За время существования лаборатории №6 её сотрудниками были защищены 35 кандидатских и более 10 докторских диссертаций.

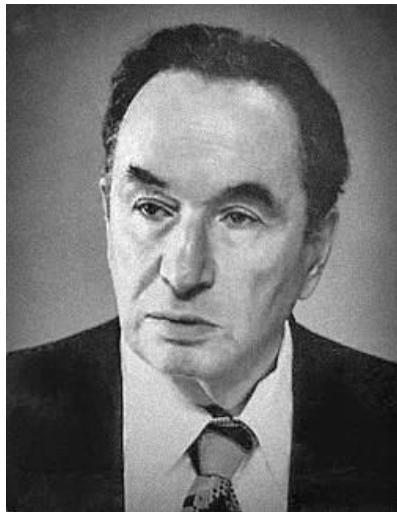
В 1970 г. из состава лаборатории была выделена часть сотрудников и организована Лаборатория №9 – конформационных свойства полимеров во главе с В.Е. Эскиным.

Виктор Николаевич Цветков руководил лабораторией №6 в период с 1952 по 1987 гг. С 1988 по 2007 гг. лабораторию возглавлял доктор физ.-мат. наук Петр Николаевич Лавренко (1943-2007).

Начиная с конца 90-х состав лаборатории постепенно уменьшался, и в 2009 г. в виде отдельной группы она вошла в состав Аналитического центра ИВС, а затем в Аналитическую лабораторию №20.

Лабораторию №6 в ИВС называют легендарной и в память о ее основателе чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессоре Викторе Николаевиче Цветкове, лауреате Сталинской и Государственной премий, не используют более номер шесть, когда проводят реорганизацию структуры Института.

Г.М. Павлов



Семен Ефимович Бреслер (1909-1983) был одним из тех, кто стоял у истоков отечественной науки о полимерах. Блестящий аналитический талант, поистине энциклопедические знания, способность определять приоритетные направления развития науки – те черты, которые позволили ему внести существенный вклад в различные разделы физики и химии высокомолекулярных соединений.

С.Е. Бреслер получил образование на физико-механическом факультете Ленинградского политехнического института. Своими учителями он считал А.Ф. Иоффе, Д.Л. Талмуда, Я.И. Френкеля, П.П. Кобеко. В начале своей научной деятельности Семен Ефимович занимался молекулярной физикой и поверхностными явлениями в жидкости и на границе раздела фаз. С 1939 года он обратился к физике полимеров. Широко известны его работы по конфигурационной статистике полимеров, выполненные совместно с Я.С. Френкелем. С 1940 г. С.Е.

Бреслер возглавлял лабораторию в Физико-техническом институте АН СССР, а с 1952 года в ИВС АН СССР. Он заложил основы статистического анализа процессов полимеризации путем изучения ММР, выполнил ряд блестящих работ по физике и химии полимеров, радикальной полимеризации и термической деструкции. В 60-е годы совместно с Б.Л. Ерусалимским написал оригинальный курс по химии и физике полимеров, не утративший своей актуальности и поныне.

Еще с начала 40-х годов С.Е. Бреслер активно работал над изучением структуры белковых молекул. В 1949 г. он совместно с Д.Л. Талмудом сформулировал и опубликовал молекулярную теорию строения глобулярных белков, которая на много лет опередила подобные работы за рубежом. В 1960 г. С.Е. Бреслер вместе с сотрудниками своей лаборатории начал исследования в области молекулярной биологии и активно развивал это направление до конца жизни. Практически во всех фундаментальных разделах молекулярной биологии им были выполнены серьезные работы по изучению структуры и закономерностей функционирования биополимеров. С.Е. Бреслер – автор известного учебника «Введение в молекулярную биологию».

Начиная с 1945 г. он преподавал на физико-механическом факультете Ленинградского политехнического института, с 1976 г. – заведовал кафедрой биофизики. В Ленинградском институте ядерной физики АН СССР Семен Ефимович возглавлял Отдел молекулярной и радиационной биофизики и воспитал целую плеяду учеников.

Огромная эрудиция позволяла С.Е. Бреслеру добиваться впечатляющих результатов и в практических областях. Он разработал технологию производства специального вида каучука, предложил использовать методы колоночной хроматографии для промышленной очистки антибиотиков и вместе с Г.В. Самсоновым внедрил их в производство.

Работы С.Е. Бреслера широко известны в научном мире, четыре его монографии переведены на многие языки.

Э.Н. Казбеков



Вся научно-практическая деятельность члена-корреспондента АН СССР **Алексея Андреевича Короткова** (1910-1967) связана с развитием исследований в области стереоспецифической полимеризации непредельных соединений. С 1931 г. сразу после окончания института он начал работать в промышленности синтетических каучуков инженером и быстро вырос до руководителя центральной заводской лаборатории.

Перейдя на работу во ВНИИСК им. С.В. Лебедева, Алексей Андреевич направил научные разработки на решение теоретических фундаментальных проблем механизма реакций полимеризации. В те годы учеными и практиками предпочтение отдавалось исследованиям полимеризации в растворах, свободнорадикальным процессам, изучению ступенчатых механизмов. Каталитические процессы считались малоперспективными для промышленного освоения.

Под руководством А.А. Короткова и им лично были выполнены прецизионные эксперименты по изучению ионных процессов и их математическая обработка. Это позволило ему выдвинуть новую гипотезу об анионной полимеризации – так называемый “координационный” механизм. Сущность его заключалась в протекании реакции роста полимерных цепей через внутрикомплексную изомерию промежуточных соединений, образующихся при взаимодействии щелочеорганических соединений с мономером. Проверка гипотезы убедительно показала совпадение предсказанных зависимостей порядков реакций по мономеру и катализатору, а также кривых молекулярно-массового распределения с экспериментом.

Существенный вклад в изучаемую область внесло обнаруженное А.А. Коротковым с сотрудниками явление “обращения” активности при исследовании анионной полимеризации систем стирол-изопрен бутадиен. Предложенный “координационный” механизм позволил объяснить и это фундаментальное явление полимерной химии, что было невозможно сделать в рамках классического ступенчатого механизма.

В 50-е годы многими учеными и практиками предпринимали попытки получения синтетического каучука, приближающегося по свойствам к натуральному. А.А. Короткову в 1951 г. (значительно раньше, чем в США) удалось на основании полимеризации изопрена в присутствии лития и литийорганических соединений осуществить синтез *цис*-1,4-полиизопрена, который по свойствам был аналогичен натуральному каучуку. Были получены все необходимые данные для организации крупного промышленного производства изопренового каучука. Промышленность стала выпускать “литиевые” каучуки СКИ, СКИ-3. За цикл этих работ А.А. Короткову была присуждена премия им. С.В. Лебедева АН СССР, а в 1963 г. присвоено звание Героя Социалистического Труда.

В Институте высокомолекулярных соединений АН СССР, где А.А. Коротков был заместителем директора по научной работе и заведующим лабораторией, им было впервые обнаружено влияние электронодонорных добавок на структуру полимеров при полимеризации бутадиена на литийорганических соединениях. Последующие теоретические разработки позволили А.А. Короткову предложить схему, по которой активными центрами полимеризации являются не исходные металлоорганические соединения, амиды и алкоголяты, а

образующиеся при реакции с мономером комплексные соединения.

Мировая научная общественность признает основополагающий вклад А.А. Короткова в открытие и творческое изучение на примере анионных систем такого важного явления, как “живая” полимеризация.

Яркой особенностью А.А. Короткова было умение эмоционально и убежденно доносить свои научные взгляды и устремления, организовывать коллективы специалистов. На развитие науки о полимерах существенно повлияла и его монография “Каталитическая полимеризация виниловых мономеров”.

В.А. Кропачев



Выдающийся ученый-физик и биофизик, лауреат Государственной премии, член-корр. АН СССР **Михаил Владимирович Волькенштейн** (1912-1992), еще будучи студентом Московского государственного университета, начал работать в Физико-химическом институте им. Л.Я. Карпова, где занимался экспериментами по комбинационному рассеянию света.

В годы Великой Отечественной войны в Сибири, работая на промышленном предприятии, он начал разрабатывать теорию колебательных спектров сложных молекул, которую завершил в Государственном оптическом институте в 1942-1948 гг. Эта теория стала классической и легла в основу всех последующих работ в данной области.

Организовав в 1948 году лабораторию физики полимеров в Институте высокомолекулярных соединений АН СССР, М.В. Волькенштейн выдвигает плодотворную концепцию поворотно-изомерного механизма гибкости полимерных цепей. Она стала

основой статистической теории макромолекул. В 1949 г. М.В. Волькенштейн совместно с М.А. Ельяшевичем и Б.И. Степановым была написана монография «Колебания молекул». В 1959 г. была написана монография «Конфигурационная статистика полимерных цепей», которая до сих пор является настольной книгой полимерщиков.

В его лаборатории был развит широкий комплекс физических методов исследования структуры полимеров. Большинство этих исследований являлись пионерскими и в дальнейшем превратились в самостоятельные научные направления.

Широкая эрудиция и чувство нового в науке заставили М.В. Волькенштейна в 60-е годы обратиться к исследованию биологических макромолекул, белков, нуклеиновых кислот. В 1967 г. он возглавил лаборатории в Институте молекулярной биологии в Москве и в Институте биофизики в Пущино. Здесь он разработал концепцию электронно-конформационных взаимодействий в молекулах биополимеров, вел работу по исследованию генетического кода, по анализу биологической эволюции методами теории информации и т.д. Книги М.В. Волькенштейна «Молекулярная биофизика», «Общая биофизика» и «Молекулы и жизнь» отличаются яркостью и широтой охвата самых разных аспектов молекулярной физики и биофизики. М.В. Волькенштейн был профессором Ленинградского университета (1945-1953, 1963-1967 гг.), Ленинградского педагогического института (1953-1963 гг.), Московского физико-технического института (с 1968 г.).

М.В. Волькенштейн создал знаменитую ленинградскую школу физиков-теоретиков. Михаила Владимира щедро делился своими научными идеями, давая импульсы новым исследованиям, но не ограничивал самостоятельность своих учеников Т.М. Бирштейн, Ю.Я. Готлиба, А.А. Даринского. Он создавал обстановку доброжелательности и доверия, способствовавшую плодотворным научным исследованиям.

Михаил Владимирович был богато одаренным человеком не только в области научной деятельности. Он писал научно-популярные книги, талантливые акварели, серьезные и шуточные стихи, живо интересовался научной и общественной жизнью, искусством.

E.B. Anufrieva, B.Z. Volchek



Борис Львович Ерусалимский (1914-2000) – доктор химических наук, профессор, известный специалист по кинетике и механизму ионной полимеризации.

Б.Л. Ерусалимский с отличием окончил химический факультет Ленинградского государственного университета им. А.А. Жданова (ЛГУ) в 1938 году. Преподаватели отмечали, что Борис Львович обладает большой эрудицией как в специальной, так и в смежных областях химии. С 1938 г. преподавал физику и химию в 6-й школе Смольнинского р-на и в школе при 8-ом детдоме для испанских детей. В 1940 году поступил научным сотрудником в лабораторию консервации и реставрации документов АН СССР.

С 1942 по 1945 гг. служил в рядах Советской армии в разведывательных органах. Был тяжело ранен. Награжден Орденом «Отечественной войны» II степени, медалями «За оборону Ленинграда» и «За победу над Германией». После демобилизации поступил в аспирантуру ЛГУ, в

1948 году успешно защитил диссертацию и получил звание кандидата наук. В этом же году был принят в ИВС АН СССР на должность младшего научного сотрудника в лабораторию изучения механизма полимеризации, где им были выполнены работы по изучению реакций свободных радикалов, механизма ингибирования радикальных процессов и радикальной и катализитической полимеризации. В 1951 году Борису Львовичу было присвоено звание старшего научного сотрудника. В 1962 году Б.Л. Ерусалимский стал руководителем самостоятельной группы синтеза стереорегулярных и волокнообразующих полимеров. С 1964 по 1984 гг. – заведующий лабораторией механизма полимеризации, с 1984 – внештатный старший научный сотрудник-консультант. В 1971 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Ионная полимеризация полярных мономеров». В ходе этого исследования, представлявшего существенный теоретический интерес, были созданы новые эффективные инициирующие системы для анионной полимеризации полярных мономеров, в частности, для синтеза сополимеров акрилонитрила с акрилатами.

Б.Л. Ерусалимский читал систематические курсы лекций «Процессы полимеризации» на химическом факультете ЛГУ (с 1952 по 1972 гг.), «Химия полимеров» на физическом факультете ЛГУ (с 1958 по 1963 гг.), а также факультативные лекции по механизму полимеризации в Риге, Минске, Киеве, Дрездене и др.

За годы научной деятельности Б.Л. Ерусалимский выполнил большее число оригинальных исследований и опубликовал около 150 печатных работ, из них 5 монографий, получил 6 авторских свидетельств на изобретения. Под его руководством было защищено 10 кандидатских диссертаций.

Б.Л. Ерусалимский был разносторонним человеком: не только ученым, переводчиком и общественным деятелем, но также композитором и музыкантом.



Георгий Васильевич Самсонов (1920-1999) – доктор химических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РСФСР, крупный специалист в области физической химии полимерных электролитов, технологии ионообменных смол. Награжден Орденом «Знак почета», Орденом Трудового Красного Знамени.

В ИВС АН СССР был переведен с группой ученых из Ленинградского физико-технического института АН СССР в 1952 г. В 1959 г. он завершил большой цикл исследований, включающий создание теории ионного обмена сложных ионов органических веществ, оригинальной теории ионообменной хроматографии и разработку высокоэффективных методов выделения и очистки биологически активных веществ: антибиотиков, гормонов, витаминов и др. Эти работы послужили основой докторской диссертации, защищенной в 1954 г. В 1959 г. Г.В. Самсонов был назначен заведующим

лабораторией колloidной химии полимеров, а в 1960 г. – заместителем директора по научной части. С 1970 г. заведовал отделом лекарственных полимеров и кровезаменителей.

Основными направлениями научной деятельности Г.В. Самсонова были: изучение и синтез полимерных электролитов, исследование проблем межмолекулярного взаимодействия в полимерных системах, включающих биологически активные вещества (БАВ), создание полимерных форм БАВ на основе модификации и стабилизации ферментов, гормонов и др. групп веществ с образованием надмолекулярных растворимых и нерастворимых полимерных форм, создание капсулированных форм, синтез биоспецифических сорбентов и разработка методов хроматографии, создание полимерных флокулянтов новых типов для высокоспецифического осаждения белков и биомасс, выполнение комплекса исследований в области искусственных кровезаменителей.

Научная деятельность Г.В. Самсонова характеризуется глубокой теоретической разработкой оригинальных проблем с одновременным применением научных результатов для практического использования. На основе созданных Г.В. Самсоновым теоретических предпосылок были развиты новые промышленные методы очистки и выделения лекарственных веществ: антибиотика стрептомицина с помощью полимерных сорбентов и реагентов – внедрен на Московском заводе медпрепаратов; антибиотиков группы тетрациклина – внедрен на Московском заводе им. Карпова и передан Индии; получения кокарбоксилазы – внедрен на Московском экспериментальном витаминном заводе; получения высокоочищенного аденоцитофосфата – внедрен на Ивановском мясокомбинате и др. заводах; ионообменный метод выделения инсулина – внедрен на Ленинградском мясокомбинате.

Г.В. Самсонов преподавал на технологическом факультете Ленинградского химико-фармацевтического института. Им опубликовано более 400 научных работ, в том числе 4 монографии, 40 авторских свидетельств на изобретения. Под его руководством защищены одна докторская и 37 кандидатских диссертаций.



Профессор **Сергей Яковлевич Френкель** (1923-1998) – Заслуженный деятель науки РСФСР – был одним из ведущих отечественных ученых в области физической химии полимеров, работы которого сыграли важную роль в определении и развитии различных направлений молекулярной физики, динамики, термодинамики, физической и химической кинетики и структурной механики полимерных систем.

Еще будучи студентом физико-механического факультета Ленинградского политехнического института, С.Я. Френкель начал серьезно заниматься физикой и химией полимеров. На формирование его научного мировоззрения оказали большое влияние представители школ Физико-технического института (П.П. Кобеко, Я.И. Френкель, С.Е. Бреслер) и Института высокомолекулярных соединений (В.Н. Цветков, М.В. Волькенштейн, Е.В. Кувшинский). В период с 1946 по 1952 гг. С.Я. Френкель изучал строение глобулярных белков и их взаимодействие

с внешней средой. Выполненные в этой области работы принесли ему известность не только в нашей стране, но и за рубежом. В этот же период С.Я. Френкель начал заниматься теоретическими и экспериментальными аспектами метода скоростного ультрацентрифугирования и седиментационного анализа молекулярно-массовых распределений синтетических полимеров, а также с исследованием конформаций цепей. Эти исследования положили начало самостоятельным направлениям химии и физической химии полимеров – статистической теории гомо- и сополимеризации и реологии полимерных систем с избирательными взаимодействиями.

В 1963 году на базе лаборатории №9 – физической и колloidной химии полимеров (зав. С.Е. Бреслер) была организована группа, а затем лаборатория №19 – физической химии полимеров под руководством д.ф.-м.н., профессора С.Я. Френкеля, которую он возглавлял в течение 28 лет. В

последующие годы заведующими лабораторией были д.ф.-м.н. Ю.В. Бресткин (с 1991 по 1998 г.) и д.ф.-м.н., проф. Г.К. Ельяшевич (с 1999 по 2015 г.). В настоящее время лабораторией заведует д.ф.-м.н., проф. С.В. Бронников.

В середине 60-х годов С.Я. Френкель стал заниматься жидкокристаллическим состоянием полимеров. Его участие в цикле работ, посвященном физико-химии лиотропных и термотропных мезофаз в полимерных системах было отмечено в 1985 г. присуждением Государственной премии СССР. На основе этих работ С.Я. Френкель развел представления о суперкристаллах как специфических низкоразмерных твердых телах, некоторые свойства которых идентичны свойствам реальных кристаллов вблизи абсолютного нуля.

В второй половине 60-х годов С.Я. Френкель обосновал новое направление в физической химии полимеров – термоинетику с конкретными приложениями к общей теории фазовых переходов в полимерах и к технологии получения волокон и пленок. Развитая С.Я. Френкелем с сотрудниками теория регулируемой ориентационной кристаллизации (из расплавов) и ориентационного отверждения (из растворов) позволила сформулировать и реализовать на практике технологические принципы получения высокопрочных волокон и пленок, решив тем самым проблему волокнообразования не только как прикладную, но и как фундаментальную научную задачу.

В последние годы С.Я. Френкель уделял большое внимание полимерным фракталам, переходам дробночисленных порядков, а также приложениям молекулярной кибернетики к разработке полимерных материалов с особыми свойствами на основе низкоэнергетических и экологически чистых технологий.

Будучи ученым-энциклопедистом с необыкновенно широким кругом научных интересов, Сергей Яковлевич своими исследованиями внес существенный вклад не только в физику и химию полимеров, но и в физическую химию и химическую физику в целом. С.Я. Френкель – создатель крупной научной школы физической химии полимеров. Из числа его учеников вышли 22 доктора и 90 кандидатов наук по различным физическим, химическим, биологическим и техническим специальностям.

Н.Г. Бельникович

КОРИФЕИ СОВРЕМЕННОСТИ

Татьяна Максимовна Бирштейн

единственный российский лауреат международной премии
L'Oreal-UNESCO «Для женщин в науке»



*Наука обладает особой притягательностью, это очень радостное занятие.
Но решение заняться исследованиями будет связано со многими трудностями,
которые вы должны стремиться преодолеть.*

Т.М. Бирштейн

Татьяна Максимовна Бирштейн (1928-2022) – главный научный сотрудник Лаборатории теории и моделирования полимеров ИВС РАН, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, единственный российский лауреат международной премии L'Oreal-UNESCO «Для женщин в науке» «За вклад в понимание форм, размеров и движения больших молекул» и лауреат Премии им. В.А. Каргина. Татьяна Максимовна Бирштейн – всемирно известный ученый, внесший огромный вклад в развитие статистической физики макромолекул, одна из основателей широко известной в нашей стране и за рубежом Санкт-Петербургской школы теоретической физики полимеров.

Татьяна Максимовна родилась в г. Ленинграде, ее детские годы пришлись на блокаду, которую она провела в осажденном городе. Она была награждена медалями «За оборону Ленинграда» и «За заслуги перед Отечеством».

Татьяне Максимовне принадлежат классические работы по конформационной статистике макромолекул, вошедшие в широко известную монографию Т.М. Бирштейн и О.Б. Птицына «Конформации макромолекул», теории фазовых переходов в полимерных системах (в частности, перехода спираль-клубок в биополимерах, адсорбции, перехода клубок-глобула, жидкокристаллического упорядочения), теории надмолекулярных структур в растворах и расплавах блок-сополимеров, теории полимерных систем сложной архитектуры (слои привитых цепей, полимерные звезды, молекулярные щетки). В последние годы исследования Татьяны Максимовны охватывали широкий круг проблем: от изучения механических свойств индивидуальных

макромолекул до создания теории конформаций иерархически разветвленных макромолекул и дендронных щеток.

Татьяна Максимовна активно сотрудничала со многими научно-исследовательскими центрами и университетами в нашей стране и за рубежом и являлась одним из организаторов международного симпозиума «Молекулярный порядок и подвижность в полимерных системах».

Она много лет работала в составе жюри конкурса по присуждению национальных стипендий L'ORÉAL-UNESCO “Для женщин в науке”. Научную работу Татьяна Максимовна успешно сочетала с педагогической деятельностью. С 1965 года она читала лекции для студентов кафедры молекулярной биофизики физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета и руководила дипломными работами.

Под руководством Т.М. Бирштейн защищено более двух десятков кандидатских диссертаций, многие ее ученики защитили докторские диссертации. В Институте высокомолекулярных соединений она проработала 64 года (1958-2022).

Татьяна Максимовна ушла из жизни в возрасте 94-х лет.

Доклад Татьяны Максимовны Бирштейн «Конформации макромолекул» на торжественном заседании Ученого совета, посвященном ее 90-летнему юбилею

Спасибо всем присутствующим. Сегодняшнее мероприятие оказалось таким масштабным, я совершенно этого не ожидала. Я очень тронута и мне очень приятно видеть сотрудников института, с которыми я много лет работала, и гостей.

Я расскажу о вопросе, который, как мне кажется, всегда очень интересен, это вопрос о конформациях макромолекул. Я начала заниматься конформацией макромолекул много лет назад. Моим учителем был Михаил Владимирович Волькенштейн, а вовлек меня в эту науку Олег Борисович Птицын, мой приятель по университету. Я имела большое счастье работать и с ними, и еще со многими замечательными людьми, моими соавторами, которые предлагали интересные вопросы, интересные задачи. И мне всегда было очень хорошо и, как сейчас принято говорить, комфортно с ними работать.

История изучения конформации макромолекул для меня началась в 1951 году, когда физика полимеров только начинала развиваться. Классическая книга П.Д. Флори «Принципы полимерной химии», которая так и не переведена на русский язык, вышла только в 1953 году. Интересная судьба у формулы, описывающей расстояние между концами макромолекулы. Эта формула была приведена в работе Птицына и Волькенштейна, опубликованной в Докладах академии наук в 1951 году. Это был диплом Птицына, он там написал, как учитывать заторможенность вращения в макромолекулах, чтобы определить их размер. В конце сороковых начале пятидесятых эта формула независимо была выведена разными авторами и опубликована в разных работах, причем, крупными авторами. Птицын подарил мне, занимавшейся другими науками, оттиск своей статьи, на котором написал стихи:

Немало различной науки просеяно сквозь мозга дырявое ситце.

Не жди здесь большого богатства идей, но быть может, тебе пригодится статейка.

Оказалось, статейка очень пригодилась. После окончания университета, где я изучала экспериментальную физику, устроиться в институт не удалось. Меня взяли в маленькое проектно-конструкторское бюро (ПКБ), где я проработала три года, и когда открылась аспирантура на кафедре теоретической физики в Институте им. Герцена, ушла туда писать диссертацию. В ПКБ надо было отбывать время, а делать было нечего. И поскольку делать было нечего, я искала какое-то занятие. Тогда Птицын предложил мне решить промежуточную задачку: учесть, как расстояние между концами макромолекулы зависит не просто от заторможенности вращения, а зависит от того, что вращение может быть ассиметричным. Потому что если есть привесок, то не все равно – крутиться в правую сторону или в левую. Надо крутиться в ту сторону, чтобы всем было хорошо и привеску тоже

было хорошо в смысле взаимодействия. Эта асимметричность вращения описывается средним синусом угла вращения эпилон. Я научилась, как это рассчитывать через матрицы: вводились системы координат, матрицы поворота, и таким образом получила формулу, позволяющую учсть асимметричность вращения. Расчет показал, что асимметрия уменьшает расстояние между концами. Возможно, этим бы все и закончилось, но в этот момент в 1951 году появилась статья в Журнале китайского химического общества, в которой рассматривали этот же вопрос, но у китайцев получилось, что асимметрия увеличивает расстояние между концами макромолекулы. Попытки найти ошибку, почему мои данные расходились с опубликованными в этой статье, помогли выяснить, что надо не просто учитывать асимметричность вращения, но и то, в каком направлении вращается макромолекула. И оказалось, что выбор направления вращения должен быть связан с химией макромолекул. Они могут быть, говоря современным языком, изотактическими, синдиотактическими, атактическими. В 1952 году этих терминов еще не было, не было катализатора Натта, который позволил получать стереорегулярные молекулы. Тем не менее, формулы писались для таких стереорегулярных структур. Когда рассчитывалась наша с Птицыным формула, у Волькенштейна была написана матрица перехода между системами координат, которая учитывала изотактическое строение полимерной цепочки. Т.е. если ее выпрямить, все привески торчат в одну сторону. Оказалось, что можно писать то же самое для другого строения. Главное, что выяснилось: формула, выведенная китайцами, вообще ничему не соответствует, никакому химическому строению. Весь этот анализ поставил вопрос о том, что даже такую простую вещь, как расстояние между концами, надо рассматривать как функцию всего химического строения макромолекулы, и не только химического, но и стереохимического. При этом, когда крутятся макромолекулы, отдельные локальные конформации, локальные повороты оказываются взаимосвязанными. Т.е. макромолекула есть такая кооперативная линейная система, для которой уже надо развивать настоящую теорию.

Для развития теории кооперативных систем базовой оказалась предложенная в то же время идея Волькенштейна о поворотной изомерии в полимерных цепочках, т.е. о том, что вращение около связей в полимерных цепочках дискретно. Возможны только вполне определенные положения углов, так называемые, поворотные изомеры. Поэтому система, которую надо строить и анализировать, это система с дискретными состояниями, в линейной последовательности эти дискретные состояния взаимосвязаны. На основании поворотной изомерии и представлений о взаимосвязи вращений удалось составить общую молекулярную теорию гибкости полимерных цепей. Можно назвать ее также поворотной изомерной теорией макромолекул. Фактически такая кооперативная система, которая на самом деле существует в макромолекулах, была рассмотрена в деталях впервые. Надо сказать, что такая линейная кооперативная система рассматривалась, когда строили теорию магнетизма. Но магнетизм – трехмерная система, а теория Изинга была написана для одномерных систем, каких не было. Но оказалось, что такая система есть. Фактически впервые мы научились, исходя из химического строения, описывать конформацию, описывать структуру такой макромолекулы. Основные принципы это – поворотная изомерия в заторможенном вращении, это то, что локальные конформации зависят от химической структуры и могут быть рассчитаны методом молекулярной механики с помощью полуэмпирических потенциалов взаимодействия, что вращение около соседних связей взаимозависимо и, таким образом, мы, начиная от локальных конформаций, переходим к глобальным.

Я хочу напомнить, что это были 50-е годы, полное отсутствие компьютеров, почти полное отсутствие всякой вычислительной техники, и шла речь о теории, которая могла быть написана на бумаге. В настоящее время очень многое мы можем делать на компьютере в атомистическом моделировании, рассматривая молекулу в целом, но все принципы те же, они продолжают существовать. Когда позднее начали рассматривать всякие сложные молекулы, оказалось, что с точки зрения теории они являются системами, у которых длинные связи, и из-за этого локальные взаимодействия оказывают меньшее влияние, и молекулы находятся в более свободном вращении.

Я рассказала о начале развития конформационной статистики или молекулярной теории гибкости макромолекул в нашем Институте. Далее в хронологическом порядке я пройду весь путь от начала до сегодняшнего дня через шесть этапов, которые ставили перед теоретиками разные задачи. Первые четыре – это век минувший, а последние два – это век нынешний.

В 50-е годы возникла наука молекулярная биология, ее развитие началось со статьи Ф. Крика и Д. Уотсона «О двойной спирали ДНК». С этого момента одновременно с молекулярной биологией начала развиваться и молекулярная биофизика. Т.е. речь пошла о молекулах с более сложной химической структурой, при изучении которых было обнаружено, что отдельные молекулы могут претерпевать конформационные переходы, которые происходят через промежуточное состояние. Такие молекулы в еще большей степени линейные кооперативные системы. Если смотреть на кривую перехода, как функцию какого-то параметра, например, температуры, то ширина этого перехода зависит и от степени кооперативности системы, и от той энергии, которая держит структуру. Для того чтобы молекула было не просто гибким набухшим клубком в хорошем растворителе, а была бы структурирована, должна быть какая-то энергия. И на следующем этапе исследований нами был развит метод определения стабильности структуры. Если осуществлять, например, в ДНК, переход не только при изменении температуры, но одновременно менять и pH, то из экспериментальных данных можно определить энергию стабилизации двойной спирали. И мне приятно сказать, что очень рано для этих исследований, в 1963 году совместно с экспериментаторами из Института химической физики мы определили энергию стабилизации двойной спирали ДНК, которая составила около 10 кКал/моль. Такая большая энергия показывала, что молекулу держат не только водородные связи. Через 7 лет с другими экспериментаторами из Института белка такая работа была проведена другими методами.

Определяющим наш вклад в работу стал при изучении перехода от глобулярной структуры к клубку. Если ухудшать качество растворителя и не позволять полимеру осаждаться, работая при очень низкой концентрации полимера или при очень высокой вязкости среды, можно добиться того, что звенья полимера начнут притягиваться друг к другу за счет Ван-дер-Ваальсового взаимодействия, и мы получим глобулярную структуру. Такого рода вопросы стали интересовать физиков следующие десятилетия. Именно на разработке этого вопроса была создана московская школа физиков. Илья Михайлович Лившиц первым построил теорию перехода глобула-клубок. Это достаточно сложное теоретическое рассмотрение, а с другой стороны в физике полимеров существовал подход Нобелевского лауреата по химии Пола Флори, очень простой: отдельно учесть, что звенья полимера отталкиваются, и отдельно учесть, что молекула растягивается, раз ее звенья отталкиваются, а цепочке растягиваться не выгодно. Точно так же как можно учесть, что звенья притягиваются, а цепочке притягиваться не выгодно. Поэтому с начала 70-х годов ряд физиков начал писать такую простую теорию перехода спираль-клубок в духе Флори. Когда мы стали анализировать, оказалось, что во всей совокупности прежних экспериментальных работ была сделана одна и та же ошибка. Дело в том, что когда растягивают макромолекулу, меняется расстояние между ее концами и радиус инерции одинаковым образом. И рассматривая невыгодность деформации цепочки, можно вместо более сложной функции распределения радиуса инерции, рассматривать функцию распределения расстояния между концами. А на самом-то деле размеры определяются радиусом инерции, и это особенно проявляется при сжатии, потому что расстояние между концами можно сделать равным нулю – зациклить молекулу, а радиус инерции при этом не менять. Для того чтобы писать корректную теорию, надо учитывать невыгодность сжатия, рассматривая не расстояние между концами, а радиус инерции. По-видимому, из-за очень высокого уровня работ Флори исследователи допускали одну и ту же ошибку: неправильно считали сжатие. Нам удалось правильно посчитать это сжатие и построить такую простую теорию перехода от клубка к глобуле. Нами в 1987 году это было сделано впервые.

Следующий этап связан с развитием теории полимеров. Крупные физики-теоретики, в основном во Франции, поняли, что описание полимерных систем подобно описанию систем низкомолекулярных соединений, магнетиков, но в области фазовых переходов, потому что особенностью тех и других систем являются очень сильные флуктуации. Для низкомолекулярных систем это бывает в области фазовых переходов второго рода, а в полимерных системах – всегда, но их можно описывать на основе той теории, которая развита для низкомолекулярных систем. За аналогию полимер-магнетик, за применение одной науки к другой Пьер-Жиль де Жен получил Нобелевскую премию по физике. Для нас это стало очень важным, потому что продемонстрировало, как теория может позволить рассматривать более сложные системы, в том числе конденсированные, а именно, полимерные щетки. Полимерные щетки – многомолекулярная система, это множество отдельных молекул, которые за один конец прикреплены к некой проницаемой поверхности. Первые работы по полимерным щеткам были выполнены Александром в 1977 году и де Женом в 1980 году. Наша работа с Е.Б. Жулиной опубликована следом в 1983 году. Мы поняли, что это новые системы и новые возможности. Эти

полимерные системы очень интересны в том отношении, что они неоднородные. Даже если щетка, находящаяся в растворителе, плоская, то всегда около плоскости концентрация полимера выше, чем его концентрация на периферии. На периферии концентрация полимера доходит до нуля в свободной щетке в хорошем растворителе или в тэта-растворителе. Таких систем очень много в полимерной науке, во-первых, их стали специально делать. Если в композиционные материалы включают какой-то наполнитель, для того чтобы отдельные наноэлементы не слипались друг с другом, их покрывают полимерными щетками из той же полимерной основы. Во-вторых, полимерные щетки, как оказалось, получаются в результате самоорганизации. К этому времени начали много исследовать блок-сополимеры, оказалось, что они могут самоорганизовываться в интересные регулярные суперкристаллические структуры, основой которых являются полимерные щетки. Имеются слои полимера типа А и полимера типа Б, которые не проходят друг в друга, поэтому между ними образуются непроницаемые границы. Это занятие щетками оказалось интересным еще и в том отношении, что регулярно разветвленные молекулы тоже являются полимерными щетками. Если мы имеем регулярную звезду, т.е. ряд ветвей, пришитых к общему центру, то это сферическая щетка. А если мы имеем остов, и к нему привиты какие-то молекулы, это тоже щетка, теперь такие структуры называют молекулярными щетками. Сама концепция щеток, в которых рассматривается взаимодействие между отдельными привитыми элементами, оказалась очень полезной для исследования такого рода систем.

Нами были очень детально исследованы звездообразные полимеры, построена общая зависимость размеров таких макромолекул от их параметров: числа лучей, их длины. К сожалению, это исследование хоть и было проведено независимо, но несколько позже, чем работа Дауда-Коттона. Поэтому структуры такого рода называют структурами Дауда-Коттона. На этом я завершаю рассказывать об этапах прошлого века и переходу к нынешнему.

Следующим этапом были сложные макромолекулы со сложным взаимодействием: звезды, в каждом элементе которых существуют как гидрофильные, ионизуемые группы, так и гидрофобные. Двумя предельными состояниями такой макромолекулы могут быть состояние глобулы, когда она не заряжена, и состояние развернутой цепочки, развернутой звезды, когда она заряжена. Молекулами такого типа обладает полиметакриловая кислота, у которой в каждой мономерной единице имеется ионизуемая группа и группа $-\text{CH}_3$. Звездообразную макромолекулу мы исследовали численными теоретическими методами. Рассматривали, как зависят размеры звезды от концентрации соли в растворе при pH, способствующем ионизации, но не очень далеко от значения рK. В области высоких ионных сил размеры макромолекулы убывают с ростом концентрации соли, т.к. экранируются электростатические взаимодействия. В области низких ионных сил была обнаружена не совсем привычная зависимость: с ростом концентрации соли размеры звезды увеличиваются. Если посмотреть на состояние звезды в воде в отсутствии соли, она при достаточной силе гидрофобных взаимодействий представляет собой незаряженную глобулу. По мере увеличения концентрации соли звезда начинает ионизоваться, притягивая противоионы. В отсутствии соли данными противоионами являются протоны, таким образом, звезда образует вокруг себя кислую среду, а в кислой среде ионизоваться она не может. При добавлении соли – хлорида натрия протоны заменяются на ионы натрия, кислотность среды уменьшается, и звезда начинает заряжаться и разворачиваться. Но это разворачивание происходит очень интересным способом: при низких ионных силах на кривой распределения плотности звеньев около центра звезды наблюдаются два участка. В середине звезды плотная структура типа глобулярной, а некоторые концы лучей выходят наружу, и там они заряжены. Т.е. получается разделение на две структуры. Когда мы в растворе имеем две фазы, ничего удивительного – фазовая сегрегация. А здесь внутри одной молекулы происходит микрофазовая сегрегация, и в ней есть еще одна интересная особенность. Если посмотреть на распределение концов лучей, то можно увидеть, что они разделены на две группы: часть находится полностью внутри, а другие – торчат наружу и образуют внешний слой. Т.е. у звезды получается строение ядро-корона, и делятся ветви на те, которые только в ядре и те, которые уходят в корону. Такие переходы оказались характерными абсолютно для всех полимерных щеток.

Наука развивается, и ученые научились делать очень интересные структуры – дендримеры. Дендримеры – это сферические щетки, созданные из дендронов. Из дендронов можно делать и линейные щетки. Сейчас я расскажу о поведении одной молекулы, находящейся в матрице из

дендронной щетки. Прекрасный пример регулярного дендрона в природе – драцена. В чем же разница между деревьями и дендронами, которыми мы занимаемся в науке. Дело в том, что ветви деревьев по мере роста генерации становятся все тоньше и тоньше. Существует принцип: если сложить воедино все ветви, толщина получится как у ствола. В химии все ветви макромолекулы имеют одинаковую толщину, поэтому у химического дендрона количество материала экспоненциально растет от генерации к генерации. И особенности таких структур связаны с ростом количества материала. Если мы сделаем правильную «плантацию» в химически созданной щетке, то на большом удалении от плоскости прививки плотность материала будет значительно больше, чем около плоскости. Мы обнаружили, что в такой щетке образуются слоистые структуры, состоящие из сильно и слабо растянутых дендронов. Наличие такой структуры в теории приводит к очень интересным возможностям. Возьмем дендронную щетку, на поверхность прививки которой добавим линейные цепи. Как будет вести себя такая цепочка, посаженная внутрь щетки? Короткая цепочка будет сидеть внутри щетки, в том числе и линейной, образуя конформацию клубка. Длинная цепочка, поскольку система находится в растворителе, постараится высунуться наружу, образуя конформацию «цветка». Переход будет плавным, т.е. у цепочек средней длины будут наблюдаться наборы всевозможного растяжения. Мы взяли щетку с дендронами первой генерации, посадили в нее линейную цепочку из 240-ка сегментов. Она сидит внутри в конформации клубка. А посадили цепочку из 250-ти сегментов, и поскольку система находится в хорошем растворителе, цепочка разворачивается и выходит за пределы щетки, образуя конформацию «цветка». Оказывается можно менять не длину цепочки, а условия, которые меняют матрицу. И простейшее условие, которое можно менять, – температура. При расчетах менялся параметр Флори. Итак, мы улучшили качество растворителя, то есть повысили температуру, и произошел фазовый переход первого рода в цепочке из 240 звеньев: скачок от состояния клубка к состоянию цветка. Если взять промежуточные условия по температуре, то получается, что с некоторой вероятностью цепочка находится внутри, с некоторой – снаружи. Если она успевает, то переходит из одного состояния в другое. Мне кажется, что на основе такой системы можно строить термочувствительный молекулярный переключатель. То есть одна молекула переходит из одного состояния в другое при изменении температуры. На этом я заканчиваю теоретическую часть и скажу еще пару слов.

Для того чтобы зациклить мое изложение, я вернусь к М.В. Волькенштейну. Когда-то Михаил Владимирович мне говорил, что мои работы это не роман, а сборник новелл. Я сегодня вам рассказала несколько новелл из этого сборника. В прежние времена, чтобы эти «новеллы» напечатать, нужно было подписать у директора соответствующие документы, прежде чем послать статью в журнал от института. И Михаил Михайлович Котон, бывший в те времена директором, иногда писал некоторые записки на этих бумагах. Я храню их уже 30 лет. В одной Михаил Михайлович написал: «Недавно я подписывал в печать две ваших статьи, и опять большая статья на пределе возможностей». В другой: «Слишком много статей».

Надеюсь то, что я рассказывала, было не безумно утомительно и небезынтересно. Моя колossalная благодарность всем организаторам этого совершенно замечательного мероприятия и большое спасибо всем за внимание в широком смысле: и за то, что пришли, и за то, что слушали. Спасибо!

Татьяна Максимовна Бирштейн о жизни

Пока я могу, я работаю.
Думаю, что в значительной степени это генетика.
Так повезло.

Семья. Родители

Всю жизнь я прожила в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Мой отец, Макс Миронович Бирштейн, родился в 1885 году в большой еврейской семье. Жили они в Бресте (тогда он назывался Брест-Литовск) в полосе оседлости. Чтобы получить высшее образование, он поступил в университет города Юрьева, нынешний Тарту, в Эстонии. Хоть Юрьев входил тогда в состав России, но пользовался особым статусом: в университете не было процентной нормы для евреев, поступить было легче. Отец

окончил медицинский факультет Юрьевского университета в 1913 году. В его дипломе написано, что по указу Николая II он утвержден в степени лекаря.

Отец начал работать врачом в Петербурге; в городе тогда можно было проживать евреям из купеческого сословия, или если у них было высшее образование. На дипломе ему поставили штамп Санкт-Петербургской полиции о праве проживания в Петербурге до 1931-го года. После революции 1917 года это оказалось уже не существенно. Во время Первой Мировой войны отец некоторое время служил военным врачом.

В Ленинграде он долгие годы работал в больнице Володарского терапевтом, в нынешнем Невском районе, тогда он назывался Володарским.

Мама, Мария Израильевна, тоже врач, родилась в 1897 году в черте оседлости в городе Могилеве. Она окончила гимназию с золотой медалью, приехала в Москву и поступила на медицинский факультет Московского Университета. Потом перевелась в Петроград и, закончив Медицинский институт, начала работать врачом. Познакомилась с отцом в институте усовершенствования врачей и в 1927-м году вышла за него замуж. Я родилась в 1928 году.

Довоенная жизнь

Наша семья жила на углу Невского проспекта и улицы Восстания, напротив Московского вокзала, в самом центре города в коммунальной квартире из 10 комнат. Мой дедушка по отцовской линии был довольно богатым человеком, и до революции эта квартира принадлежала ему, но в начале 20-х годов он уехал из России за рубеж. В части комнат квартиры, ставшей коммунальной, остались жить его дети: отец и его три сестры. Мама вошла в большую семью, но я стала в ней единственным ребенком. Несколько лет назад это и соседние здания снесли, и на их месте выстроили торговый центр Стокманн. Фасад нового здания копирует фасады старинных зданий.

Мама сначала тоже была терапевтом, а потом переквалифицировалась на фтизиатра и стала работать как туберкулезный врач в туберкулезном диспансере Кировского района. Летом, чтобы вывезти меня за город, она старалась взять отпуск на своей основной работе и временно устроиться врачом санатория в каком-нибудь курортном месте. Так я побывала на Кавказе, на Черном море, на Азовском море. В июне 1941-го года мы с мамой уехали в санаторий не очень далеко от Ленинграда, в Старую Руссу. Было неспокойно. Мамина сослуживица все время говорила, что вот-вот начнется война, и я ненавидела ее лютой ненавистью из-за этих страшных разговоров.

Война. Блокада

22 июня был хороший теплый день. Все так врезалось в память, что даже помню, в чем была одета. В тот день я ходила в кино. И когда вышла из кинотеатра, оказалось, что началась война. Нужно было срочно возвращаться в Ленинград. Всю дорогу домой мы видели плачущих женщин, они провожали сыновей, мужей в армию.

Вскоре после начала войны неожиданно умерла моя тетя, папина сестра, она работала врачом в Разливе (Сестрорецке), близко от Ленинграда. У нее случился инсульт. В нашей семье к напряженности в стране добавилась внутренняя напряженность. Я думаю, что именно из-за этой внутренней напряженности меня решили отправить в эвакуацию со школой, но не с моей, а с той, где работала наша родственница. Она была учителем, брала с собой сына и меня заодно. Мы эвакуировались в деревню около Большой Вишеры. Со мной были зимние вещи, большущий мешок. Однако эвакуация школ оказалась неудачной, уезжали фактически навстречу армии немцев. Я слышала потом, что тот план эвакуации был разработан для финской войны. Из нашей деревни вскоре пришлось не просто уезжать, а убегать. За мной приехала моя тетя, своим ходом мы добирались обратно до Ленинграда, помню, где-то плыли на лодке. Почти сразу после нашего возвращения в город, началась блокада, и мы с мамой не успели эвакуироваться. Так мы остались в блокаде.

Папу мобилизовали. Всю войну он служил военным врачом в госпитале в Ленинграде, заведовал терапевтическим отделением. Маму не мобилизовали. Но она работала в Кировском районе, а

наступление немцев шло со стороны как раз этого района, и туда было страшно ездить. По маминой просьбе ее перевели на работу в туберкулезный институт, где она стала заведующей отделением, несмотря на то, что на эту должность брали, как минимум, кандидатов наук. Мама была практикующим врачом и не имела ученой степени, но поскольку многие уехали на фронт, ее взяли заведовать отделением. Туберкулезный институт находился в центре города около нашего дома. Вскоре в Ленинграде перестал ходить транспорт, так что ездить далеко на работу было бы просто невозможно.

Жизнь изменилась: появились карточки, постепенно они, так сказать, «сдувались», нормы уменьшались и уменьшались. Первая зима выдалась очень холодной. Возникла проблема с дровами. Мы жили в старой квартире с большущими печками, натопить их было невозможно, пришлось поставить буржуйку. Помню, как на буржуйке что-то варили, жарили оладьи из картофельных очисток. Как-то в наш дом попал снаряд и пробил стену на третьем этаже, а мы жили на пятом; мама как раз поднималась с ведрами воды наверх; к счастью, не пострадала. Вскоре перешли на коптилки. В школу дети приходили грязные от копоти.

Остановился транспорт. Не работали канализация, водопровод. Воду приходилось добывать. Сейчас на площади Восстания прямо напротив вокзала находится станция метро. На этом месте прежде была церковь, которую взорвали перед самой войной. От взрыва у нас вылетели окна в квартире. Была такая странная ситуация, что окна вылетели до войны. Обломки взорванной церкви не успели убрать, и там долго лежали кучи кирпичей. В первую блокадную зиму развалины покрыло снегом. И когда мама сдавалась в поисках источника воды, она пыталась брать этот снег, он ей казался чистым. Я помню, как она принесла его домой, снег растаял, там оказалась чья-то папироса.

Поскольку родители – врачи, по-видимому, в период НЭПа аптеки присыпали им образцы каких-то лекарств. И мы перебрали все эти лекарства и варили теплую водичку-кисель из какого-то слабительного, в котором был сахар, решив, что слабительное уже не действует. Пошли в ход все лекарства, которые можно было как-то использовать. У дяди нашелся казеиновый клей, мы и его съели. Я на всю свою жизнь возненавидела запах дрожжей, потому что моя тетя откуда-то принесла большое количество дрожжей, и мы делали из них болтушку-суп. Ели жуткую гадость, на самом деле, спасались, как и чем могли.

У меня началось что-то вроде голодного психоза, что будет еще хуже и надо прекратить есть, и все оставить на завтра. Я была единственным ребенком в семье, и взрослые старались меня спасти, как могли. Но я была упрямым ребенком: я запирала сегодняшний хлеб на завтра, вот этот минимум, который выдавали, по 125 грамм. Поэтому, когда были очень страшные дни, когда хлеба не выдавали совсем, у нас был общий вчерашний хлеб. Давали муку, причем мука была черная, из нее варили какую-то гадость.

У нас в квартире от моего дедушки осталось очень много мебели, много книг. Я до сих пор помню, как, сидя у буржуйки, мы жгли книги. Их нельзя класть, как большую пачку бумаг — она не горит. Их надо разрывать. Мебели мы тоже очень много сожгли, двери сожгли, сжигали все. Когда частично удалось наладить снабжение города, немножко увеличили норму хлеба, и мы стали менять хлеб, хотя его все равно не хватало, на дрова. Дров тоже не хватало.

До войны я училась в школе на улице Восстания, дом 8, она и сейчас существует. Это была гигантская школа с большим числом параллельных классов. Так, в первом классе я училась в классе с наименованием первый девятый.

Шестых классов было шесть. Во время войны в нашей школе расположился госпиталь, и всех перевели в соседнюю школу. Туда пришло мало детей, большинство эвакуировалось, и параллельных классов не стало. Я ходила в школу почти до последнего дня, пока не свалилась. В школе нам давали горячий суп, который был не из чего. Последний, что мне запомнился, стоимостью в 3 копейки, — вода, в которой плавал кусочек соленого помидора. Суп нам давали на класс. Каждый день приходило все меньше и меньше народу, но мы брали суп на всех по списку.

Занимались мы в бомбоубежище. У меня сохранился табель (ведомость) 1941/1942-го учебного года. Я вообще прирожденная отличница. Первая четверть: здесь у меня по естествознанию стоит «посредственно» – тройка. Я помню, что задали письменную работу, а было очень холодно, мерзли

руки. И я получила непривычную для себя «тройку». В таких жутких условиях жили и учились. Потом занятия прекратились, двух четвертей не было, весной — продленная четверть. И тех детей, которые хоть сколько-то учились, по результатам экзаменов перевели в следующий класс.

В то время самым главным было выжить, оставаться человеком, работать. Первый год блокады это голод, холод, голодные смерти. Сейчас трудно представить, как такое могло происходить и как это могли перенести. Мама часто брала суточные дежурства в Туберкулезном институте. Дело в том, что на дежурствах врача должны были хоть немножко кормить (вырезая талоны карточек). Я ходила с мамой на эти дежурства. Комната дежурного врача находилась рядом с помещением приемного покоя, а там все время кто-то умирал. Приходили совершенно истощенные люди, по правилам им давали тарелку супа, и это была последняя радость в их жизни. Они умирали в приемном покое, хотя медики делали все, что возможно. Между прочим, я знаю от мамы, что туберкулез в это время практически не было: настолько были ослаблены организмы, что туберкулез не развивался. Тех, кто был у нее в отделении, лечили не столько от туберкулеза, сколько от дистрофии.

Зимой Ленинград оказался весь завален большими кучами снега, льда и нечистот, поскольку не работала канализация. К началу весны необходимо было навести порядок, люди вышли на уборку едва живые и город расчистили. Я ходила с мамой, чтобы ей зачли больше часов, мы скальывали лед около здания института.

У меня есть медаль за оборону Ленинграда. Все дети после какого-то класса ездили на огороды и занимались посадками овощей. Со мной было немножко не так. Поскольку папа работал в военном госпитале, он получил в нем комнату. И мы с мамой переехали к нему. Госпиталь находился напротив стадиона Ленина на речке Ждановке. Я жила в госпитале, ходила в госпитальное отделение, старалась делать что-то полезное, называлась дружинницей. Но ясно, что толку от меня, 12-13-тилетней девочки, было не очень много. В итоге оказалось, что я вошла в историю. Однажды в это отделение пришел фотокорреспондент Д. Трахтенберг, который сфотографировал меня, читающей раненому. Позже эта фотография появилась в газете «Ленинградская правда».



Фотография Д. Трахтенберга из газеты «Ленинградская правда» 23 июля 1943г №172

Я помню день снятия блокады, в этот день был первый салют. А ведь город, вообще-то, был затемнен, на улицах было темно. Вот, без воды, без хлеба, без канализации... Салют в честь снятия блокады — это было невероятно.

Конец войны я тоже помню. Тогда я уже училась в последнем классе. И еще хорошо помню день возвращения наших войск. К нему готовились и строили даже специальные ворота символические для встречи армии.

Послевоенная жизнь

В профессиональной сфере я собиралась идти по стопам родителей, потом мне очень понравилась математика, но я подумала, что математика — совсем не женское дело. У меня была золотая медаль, поэтому в Университет я поступила без экзаменов. Я могла подавать документы и поступать куда угодно. Это был второй год, когда выдавали аттестаты зрелости с золотой медалью. И я в 1946 году поступила в Ленинградский университет на физический факультет. Окончила его в 1951-м. Были очень хорошие преподаватели, которые вернулись из армии и из эвакуации. Общий курс физики два года нам читал Виктор Николаевич Цветков, читал лекции очень хорошо. Над студентами немножко подсмеивался. Курс математики читал у нас Крылов Владимир Иванович. Были замечательные студенты, которые хотели учиться, особенно ребята, вернувшиеся из армии. Помню, как в буфете университета при входе давали ложку, при выходе надо было ее сдать: не хватало посуды.

Когда я окончила университет, передо мной встала большая проблема распределения. Университет подготовил меня к научной работе. Но моя еврейская национальность безумно мешала, и меня очень бурно посыпали работать на заводы куда-нибудь вне Ленинграда. При этом посыпали весьма неудачно: меня никуда не брали — девочка-инженер, окончившая университет, была абсолютно никому не нужна. В конце концов, выдали справку, что взять меня работать по специальности не могут, а не по специальности — я отказываюсь. В итоге я вернулась в Ленинград. Работала три года инженером в конструкторском бюро. Потом умер И.В. Сталин, и стало легче. Я поступила в аспирантуру к профессору Михаилу Владимировичу Волькенштейну, он занимался физикой полимеров, а потом молекулярной биофизикой. У нас были очень хорошие отношения. Он и в науке, и в жизни — замечательный человек. В 1958 году я пришла работать под его началом в Институт высокомолекулярных соединений РАН.

В 70-е годы Волькенштейн уехал в Москву, поскольку в Ленинграде можно было заниматься фактически только физикой полимеров, а он заинтересовался молекулярной биологией, молекулярной физикой. Для этого надо было уезжать в Москву, в Пущино. Меня тоже звали в Пущино. Но я уже была не одна, у меня была семья. Я всегда знала, что я за мужем поехать могу, а муж за мной — нет, это не нормально.

Моя семья

У меня большая семья, у меня есть и дети, и孙子女, и правнуки.

Мой муж Давид Наумович Мирлин, 1925-го года рождения. Вместе с родителями он пережил первый год блокады в Ленинграде, учился в то время в 8-м классе. Потом они эвакуировались в Тихвин. В начале 9-го класса его взяли в армию совсем мальчиком. Он выучился на радиста, и всю войну был радистом на зенитной батарее. После окончания войны его демобилизовали и признали негодным к военной службе по зрению. Когда он пришел из армии, то был уже взрослым человеком, но не имел законченного школьного образования. В школе, где он прежде учился, его пожалели и дали справку об окончании 9-го класса. Он поступил в 10-й класс. С безумным напрягом после такого перерыва и без 9-го класса закончил 10-й класс с серебряной медалью.

Мы познакомились в Университете, он учился бешено, невероятно. После Университета муж работал в Физико-Техническом институте РАН. Просто всю жизнь занимался наукой.

О науке и ученых

Советский Союз был закрытой страной, в которой вообще было очень мало возможностей. Наука была одной из таких возможностей. И в науку в послевоенное время шли очень сильные люди. У нас на курсе были демобилизованные ребята, которые уже много лет не учились, которым было трудно, но

которые хотели учиться. Как писали в одной статье, те, кто пришел в науку в начале 1950-х, направили человечество в космос, обеспечили равновесие в термоядерном противостоянии СССР и США, вели исследования физики белка, на них держится половина современной медицины. Конечно, статус ученого был высок.

Сейчас мы не такая закрытая страна, и для молодежи наука потерялась на фоне других возможностей. Поэтому и студенты к нам приходят более слабые. Сильные студенты уходят во всякое программирование, в бизнес. Очень много учится в Петербурге приезжих ребят, они не могут поступить в аспирантуру, потому что на стипендию нельзя снять себе жилье. Общежития для аспирантов у нас в городе больше нет.

Если говорить о женщинах в науке, то в нашей стране для них не было особых препятствий. Я считаю, что жизнь женщин всегда тяжелее, во всех планах, чем жизнь мужчин. Выступая на вручении национальных стипендий для женщин в науке, я неоднократно показывала фотографию статуэтки израильского скульптора, на ней женщина, которая в одной руке держит ребенка, портфель с бумагами, в другой — батон и при этом стоит на роликах.

Поэтому, я так полагаю, женщинам надо помогать, и дело не в том, что именно женщины нужны науке. Как и всему, науке нужно разнообразие.



Юлий Яковлевич Готлиб, Татьяна Максимовна Бирштейн, Борис Захарович Волчек

Юлий Яковлевич Готлиб

Послевоенное поколение студентов физфака ЛГУ, безусловно, легендарное. Среди них Юлий Яковлевич Готлиб и Татьяна Максимовна Бирштейн – вчерашние дети войны. Первый послевоенный набор потом называли «сильнейшим за многие годы» – как и последний «военный» набор 1945-го. Эти поколения, пришедшие в науку в начале 1950-х, направили человечество в космос, обеспечили равновесие в термоядерном противостоянии СССР и США, вели исследования физики белка, на которых половина современной медицины держится. Их преподавателями были академик Владимир Александрович Фок – его в 1930-х от репрессий спас Петр Леонидович Капица. Фока называли вторым в мире специалистом по теории относительности Эйнштейна (кто первый, нетрудно догадаться). Член-корр. АН СССР Сергей Эдуардович Фриш, декан факультета, его трехтомник «Курс общей физики», написанный вместе с А.В. Тиморевой, выдержал 12 изданий. Академик Владимир Иванович Смирнов, на чьи лекции по математике сбегались со всего Университета. Академики Александр Александрович Лебедев, изобретатель отечественного электронного микроскопа, Александр Николаевич Теренин, один из крупнейших в мире физико-химиков.



Юлий Яковлевич Готлиб (1928-2017 гг.) – доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, достойный продолжатель исследований Михаила Владимировича Волькенштейна, признанный глава школы в области релаксационных явлений в полимерах. Будучи одним из ближайших учеников М.В. Волькенштейна, он стоял у истоков формирования в ИВС школы теоретической физики полимеров.

Юлий Яковлевич – крупнейший в СССР и один из авторитетнейших в мире специалистов в области физической кинетики и теории релаксационных явлений в полимерах. Созданная Ю.Я. Готлибом современная теория релаксационных процессов в полимерах охватывает общую теорию релаксационных спектров цепных молекул при различных способах воздействия на полимер и различной термодинамической и кинетической жесткости полимерных цепей, динамику полимерных сеток, теорию молекулярной подвижности в ориентированных полимерных системах, теорию анизотропии локальных релаксационных свойств, динамику цепей с метками и включениями, динамику зондов.

Юлий Яковлевич также участвовал в разработке фундаментальных проблем конформационной статистики полимеров, создании теории оптической анизотропии и динамического двойного лучепреломления в полимерах, теории колебательных спектров полимеров, методов кинетики кооперативных процессов и теории разрушения полимеров.

Большой вклад внесен им в развитие компьютерных методов прямой имитации процессов, происходящих в полимерах: метода молекулярной динамики и метода броуновской динамики, который был развит впервые в СССР под его руководством и позволил, имитируя движение макромолекул в вязкой среде, установить механизм конформационных перестроек макромолекул.

Теоретические работы Ю.Я. Готлиба дали основу и были применены для интерпретации экспериментальных данных, получаемых для полимерных систем методами поляризационной люминесценции, ядерно-магнитного резонанса, диэлектрической релаксации. При его активном участии выполнен ряд экспериментальных работ по изучению подвижности полимеров указанными методами.

Разработанная на основе методов, предложенных Ю.Я. Готлибом, теория хроматографии взаимодействующих и ассоциирующих систем была использована для развития новых методик хроматографического анализа полимеров.

Ю.Я. Готлиб руководил работами, выполнявшимися с ЛНПО «Пигмент» и НИВЦ АН СССР (г. Пущино).

Юлий Яковлевич руководил группой теоретиков, успешно работающих в области релаксационных процессов и физической кинетики полимеров, теории вибродемптирующих полимеров. Некоторые из его многочисленных учеников стали известными учеными, членами-корреспондентами РАН, профессорами, докторами наук, руководителями научных коллективов.

Ю.Я. Готлиб является автором свыше 160 печатных работ, в том числе монографии «Физическая кинетика макромолекул» (1986 г.), написанной совместно с его учениками А.А. Даринским и Ю.Е. Светловым, и соавтором коллективной монографии «Релаксационные явления в полимерах» (1972 г.)

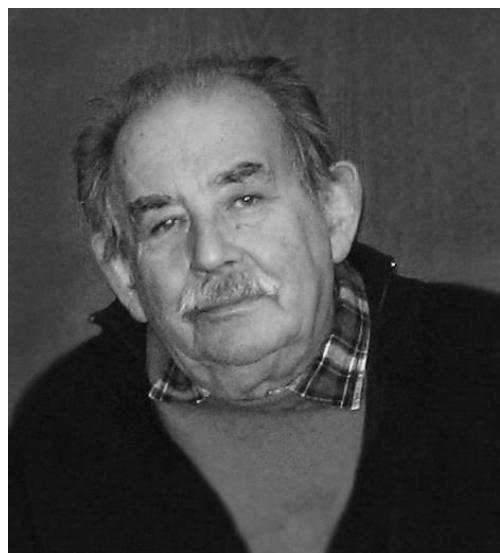
В течение многих лет Юлий Яковлевич читал курс «Физическая кинетика макромолекул» на физическом факультете ЛГУ, неоднократно читал курсы лекций по релаксационным свойствам полимеров на кафедре молекулярной физики Ереванского госуниверситета, а также в Карловом университете в Праге.

Ю.Я. Готлиб был активным общественником: являлся заместителем руководителя бюро философского семинара ИВС и участником клуба «Деловых встреч» для руководителей и актива философских (методологических) семинаров при Доме ученых АН СССР.

Юлия Яковлевича отличали острый ум, оригинальность мышления, энциклопедические знания, а также тонкое чувство юмора, доброжелательность, отзывчивость и скромность.

90-летие на рабочем месте

Борис Захарович Волчек



Борис Захарович Волчек (1931-2021) – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник группы «Спектроскопии полимеров», ведущий специалист в области спектроскопии, известный в России и зарубежных странах, инициатор создания Санкт-Петербургского центра спектральных исследований. Борис Захарович один из основоположников нового направления в науке – спектроскопии полимеров, которая родилась в Институте высокомолекулярных соединений в лаборатории М.В. Волькенштейна.

Борис Захарович в 1952 году делал дипломную работу в лаборатории №7, которой заведовал М.В. Волькенштейн. Студентов пришло несколько, но только Волчеку предложили работать в ИВС. В лаборатории М.В. Волькенштейна в то время разрабатывали теорию поворотной изомерии, и Борис

Захарович изучал поворотно-изомерный механизм растяжения полимеров. Кандидатскую диссертацию по теме «Исследование структуры и свойств полимеров с помощью поляризованного инфракрасного излучения» он защитил в 1962 г. на физфаке ЛГУ. В этом же году в лабораторию пришла Алла Владимировна Пуркина, с которой Борис Захарович потом долгое время плодотворно сотрудничал.

Когда М.В. Волькенштейн уехал работать в Москву, забрав с собой часть сотрудников, лабораторию возглавил **Виктор Николаевич Никитин** (1917-1975). После его смерти заведующим стал Борис Захарович. Это был период, когда из лаборатории стали выделяться группы сотрудников, чтобы развивать новые научные направления. Первой в 1975 году выделилась группа под руководством Елизаветы Викторовны Ануфриевой, позже – группа Карла Карловича Калниньша и теоретическая группа Алексея Михайловича Ельяшевича.

В 1979 году заведующим лабораторией стал д.х.н. **Анатолий Иванович Кольцов** (1935-1998). В 1998 году Борису Захаровичу вновь пришлось возглавить лабораторию, но он руководил ею недолго – до 2002 г., поскольку достиг возраста, когда по закону уже нельзя занимать руководящие должности. В

тот год лабораторию присоединили к Аналитическому центру, которым руководил Александр Владимирович Грибанов.

К Борису Захаровичу ходили все спектроскописты города: из ВНИИСКА, Физтеха, ЛГУ, ГОИ, Пластполимера. Это был довольно узкий круг специалистов, и все друг друга знали.

В период с конца 80-х, до середины 90-х гг. стали создаваться междисциплинарные центры, налаживалась интеграция между институтами. По инициативе Бориса Захаровича в ИВСе был создан центр коллективного пользования для сотрудников ЛГУ, ЛИТМО и нашего института. Также он был учредителем ленинградского союза ученых.

Трудно сказать, почему Борис Захарович не стал защищать докторскую диссертацию, скорее всего, ему не хотелось такой сути. Его никогда не интересовал карьерный рост и сопряженная с этим борьба за власть, он предпочитал заниматься наукой. Он также не любил публичных выступлений на семинарах и конференциях, всегда старался кого-то делегировать. Ему нравилось общаться, что называется, в кулуарах. К нему все приходили поговорить, и круг его общения был очень широк.

Вне зависимости от возраста собеседника, Борис Захарович внимательно слушал, что ему говорят и только после комментировал. Он стимулировал молодых сотрудников думать самостоятельно и высказывать свое мнение, после чего мог рекомендовать, как дальше развивать научную работу. Борис Захарович всегда интересовался жизнью молодежи в лаборатории и был очень доброжелательным, никогда не повышал голоса, даже когда сердился. Он обладал своеобразным чувством юмора, поэтому умел указать на недостатки довольно колко, но не обидно. Больше всего он сердился на равнодушие к работе и еще не любил запросов поискать что-нибудь, например, нет ли в образце жидкого кристалла. Аналитика ему была неинтересна. Он считал, что всегда должна присутствовать мысль о том, что именно ученый предполагает увидеть в процессе исследования. Спектроскопия для него была чистой физикой, а для химиков – всего лишь одним из методов анализа образцов, с помощью которого можно что-то узнать.

Борис Захарович обязательно наблюдал, как его сотрудники снимают спектры. А поскольку он почти непрерывно курил трубку и дышал на прибор, в спектрах нередко появлялся лишний CO₂.

Когда лаборатория была молодой и многочисленной, сотрудники любили подшучивать друг над другом. Был период, когда все увлекались кофе, и многие считали себя знатоками, которые разбираются в сортах. Борис Захарович с несколькими коллегами устроили розыгрыш: насушили желудей, перемололи, обжарили... Гурманы-кофеманы были восхищены вкусом напитка. Над Кольцовым тоже подшучивали: подсовывали ему свинину, хоть Анатолий Иванович говорил, что ее не переносит. Видимо, хотели убедиться экспериментально, в духе настоящих ученых.

Борис Захарович всегда активно участвовал в общественной жизни института: в 60-е годы он был участником оперетты. В то время оперетты ставили во всех институтах. Началось это движение в 1954 году после выхода спектакля «Весна в ЛЭТИ» про студенческую жизнь, который имел большой успех. Борис Захарович прекрасно пел. В школьные годы он был участником хора Дворца пионеров, и однажды сам Дунаевский подарил ему конфету. Об этом эпизоде Борис Захарович очень любил вспоминать и как-то признался, что композитор угостил его потому, что был он самым маленьким и стоял в первом ряду. Потом в моду вошли кафе, и Борис Захарович стал председателем совета нашего кафе «Молекула». Совет кафе решал, кого пригласить для выступления перед научными сотрудниками, организовывал всю работу.

Борис Захарович просил сотрудников к каждому новогоднему празднику рисовать открытки и придумывать смешные поздравления, чтобы разослать близким коллегам. В 2020 пандемичном году текст в открытке был такой: «Поскольку этот год нельзя считать прожитым, переносим поздравления на следующий год». А еще требовался реквизит. Однажды отмечали праздник в тельняшках, когда в лаборатории осталось всего три человека. Это называлось – нас мало, но мы в тельняшках. В другой раз ходили фотографироваться возле елки на Стрелке Васильевского острова. Всегда придумывали что-то новое и оригинальное.

Борис Захарович сотрудничал буквально со всеми лабораториями в институте и никогда не отказывался помочь в исследованиях. Работать с ним было очень хорошо во всех отношениях, он

обладал редкими человеческими качествами и создавал удивительную творческую атмосферу в коллективе, поэтому на работу все шли с большой радостью, а это невероятная редкость.

Т.Н. Некрасова, Е.Н. Власова

90-летие на рабочем месте Юрий Николаевич Сазанов



Юрий Николаевич Сазанов (1932-2025) – доктор химических наук, профессор, признанный ученый в области химии термостойких полимеров и термического анализа органических соединений, внесший существенный вклад в развитие теоретических представлений о значении и роли атома азота в формировании карбонизованных структур, разработку механизма низкотемпературной карбонизации полигетероариленов, а также направленного термохимического синтеза новых термостойких полимеров. Результаты фундаментальных исследований Юрий Николаевич применил для решения важных экологических проблем: утилизации и переработки лигнина, содержащегося в отходах целлюлозных производств, и получению на его основе полимерных материалов с новыми свойствами. Ю.Н. Сазанов в течение ряда лет был председателем северо-западного совета по термическому анализу Академии наук, экспертом научного совета по проблеме «Поликонденсация» академий наук социалистических стран, руководил региональным отделением Углеродного общества Российской Федерации. Под его руководством выполнено 12 кандидатских диссертаций. Награжден Орденами «Знак почета», «Трудового красного знамени», медалями «40 лет вооруженных сил СССР», «50 лет вооруженных сил СССР», «100 лет со дня рождения В.И. Ленина», «За трудовую доблесть», «В память 300-летия Санкт-Петербурга», «Ветеран труда».

Выступление Юрия Николаевича Сазанова на Торжественном заседании ученого совета, посвященном его 90-летнему юбилею

Хочу поблагодарить всех собравшихся за то, что меня почтили такой великой честью как поздравление на Ученом совете нашего Института. Более 60-ти лет назад я пришел в ИВС, как раз в те дни, когда в Институте готовились к празднованию его десятилетия. И готовились очень живо, очень весело, была поставлена отличная оперетта, и я с удовольствием принимал посильное участие в этом деле. Меня принял в свою лабораторию Михаил Михайлович Котон, и первыми учителями в химии высокомолекулярных соединений для меня стали Николай Александрович Глухов и Юрий Васильевич Митин.

Я всегда любил песни, которые отражали жизнь нашего народа, и эти песни вдохновляли меня на работу и вели по жизни. И одна из таких песен: «Сталин – наша слава боевая, Сталин – нашей юности полёт». Именно юности полёт и пришелся на мое взросление. Когда на нас надвинулась фашистская туча, песни зазвучали совсем по-другому: «Вставай страна огромная, вставай на смертный бой с фашистской силой темною, с проклятою ордой».

Мы многое перенесли во время Великой отечественной войны, но несмотря ни на что, несмотря на беды, несмотря на холод и голод в эвакуации, мы все-таки верили в нашу победу. И после победы ребята моего возраста потянулись в армию, потянулись на флот. И я осуществил мечту, которая у меня была во время войны: поступил в Военно-морское училище инженеров оружия, которое окончил через 5 лет, получил специальность инженер-химик и направление на Черноморский флот. Но не все так гладко складывалось, как я задумывал. У меня была очень интересная и очень опасная работа. Из-за аварии, которая случилась, мне пришлось уйти. Но те знания, что мне вложили преподаватели Военно-морского училища, у меня еще оставались свежи, и они пригодились для работы в этом прекрасном институте. Я увлекся синтезом полимеров и сделал то, что заинтересовало и журналы, и других ученых. На сегодняшний день могу похвастаться тем, что у меня почти полтысячи статей и 7 книг.

Я хочу сказать, что жизнь прошла не зря. Сейчас я самый старый человек в Институте, но надеюсь, что могу еще сделать что-то полезное и чем-нибудь помочь продвижению нашей любимой области науки химии высокомолекулярных соединений.

Я считаю, что человек без песни многое в жизни теряет, с песней мы легче переносим трудности, преодолеваем беды и добиваемся того, чего хотим. Наша Родина богата замечательными поэтами, двоих из них я очень люблю и читаю их стихи при каждом удобном случае. Это Владимир Высоцкий и Булат Окуджава.

Я благодарю всех вас за то, что пришли сегодня, и за теплые слова, которые были сказаны. И если говорить аллегорическими словами Окуджавы:

Виноградную косточку в теплую землю зарою,
И лозу поцелую, и спелые гроздья сорву,
И гостей позову, на любовь свое сердце настрою,
А иначе зачем на земле этой вечной живу.

Приходите же, гости мои, на моё угощенье,
Говорите мне прямо в лицо, кем пред вами слыву.
Царь небесный пошлёт мне прощение за прегрешенья,
А иначе зачем на земле этой вечной живу...

Юрий Николаевич, закончив экспериментальную работу, обобщает полученные научные знания в монографиях. Я призываю читать эти книги, потому что в них отражена суть тех работ, что

проводились в институте. Фактически термохимия зародилась в ИВСе, и связано это с появлением Юрия Николаевича, который прошел путь от лаборанта до заведующего лабораторией и заместителя директора. Мы вместе пережили трудные времена: институт пытались закрыть и перепрофилировать. Юрий Николаевич занимался и научной, и административной, и общественной деятельностью в тот сложный период. Он был активным членом КПСС, сейчас об этом не вспоминают, но в советские времена компартия играла существенную роль. Много лет Юрий Николаевич проработал в партийном бюро, был секретарем партийной организации, взаимодействовал с московским начальством и очень многое сделал для института. Спасибо, Юрий Николаевич, что ты сохранил бодрость духа и являешься примером для наших молодых сотрудников.

E.Ф. Панарин

Юрий Николаевич – это целая эпоха в жизни института. Какой бы аспект жизни института мы не взяли, в каждом обнаружится участие Юрия Николаевича. Юрий Николаевич специалист в области термогравиметрического анализа. Это очень серьезная вещь, по сути – основная характеристика термостойких полимеров. Когда я пришел в институт, мы измеряли потерю веса полимеров в муфеле, сжигая в тигле до постоянного веса. Потом появились приборы. В социалистическом лагере этими приборами занимались венгры. И Юрий Николаевич очень много сделал для того, чтобы у нас в институте появились современные приборы. И он научился работать на этих приборах и популяризовал их, мы все стали с ним взаимодействовать. Позднее его интересы распространялись на область карбонизации и графитизации полимеров. Этот период пришелся на перестроечные и постперестроечные годы. Эти работы требовали больших вложений, непросто было этим заниматься. В последние годы Юрий Николаевич написал несколько монографий, очень ценных для узких специалистов. Его вклад в науку бесценен. По жизни я тоже был тесно связан с Юрием Николаевичем. Если бы не он, я бы давно отсюда ушел, потому что я по молодости лет конфликтовал с руководителями. Юрий Николаевич эту пену осадил. С ним было очень хорошо и комфортно работать.

B.B. Кудрявцев

Выступление Георгия Михайловича Павлова на Торжественном заседании ученого совета, посвященном его 80-летнему юбилею



В 1960 году я окончил школу и поступил на физический факультет ЛГУ. В 1963 году пришел на кафедру физики полимеров к Виктору Николаевичу Цветкову. Далее в 1964 г. состоялось мое первое пришествие в ИВС: Виктор Николаевич направил меня делать дипломную работу у Ирины Николаевны Штенниковой. Мы с ней познакомились 15 октября 1964 г., и она отправила меня проходить технику безопасности, чтобы меня допустили до работы в лаборатории. Я пришел в это здание на Большой проспект В.О., дом 31 к инженеру Круглову и застал я его в состоянии большого изумления. Он читал газету и сам с собой говорил: «Это же надо! Вчера он был здоров, а сегодня его отправили на пенсию по состоянию здоровья!» Это было сообщение об отречении Никиты Сергеевича Хрущева от власти.

Моя работа протекала на Биржевом проезде, дом 6. Там в подвале стояли две центрифуги: одна – советская московского производства «Биофизприбор», а другая – венгерская с воздушным приводом. Методами скоростной седиментации и вискозиметрии я начал изучать полипропиленсульфид, синтезированный в лаборатории Галины Петровны Белоновской. По этой теме была опубликована статья в «Вестнике ЛГУ», которая легла в основу моей дипломной работы.

В это время на физическом факультете объявили рекрутинг выпускников для преподавания естественных наук в Африке. Я решил взять отпуск, отказался от аспирантуры и некоторое время продолжал изучать язык. Решение было довольно критическое, так как никто не давал гарантии поедут ли я. Все-таки я оказался в Алжире и два года преподавал физику и химию в двух лицеях, расположенных в городах Тлемсен и Сетиф. Через два года снова пришлось принимать решение. И я решил вернуться домой. По возвращении оказалось, что у Семена Яковлевича Магарика есть вакансия. Он искал человека, с которым мог бы изучать двойное лучепреломление гребнеобразных привитых граfft-сopolимеров. Семен Яковлевич был замечательным экспериментатором, досконально знавшим

метод и теорию двойного лучепреломления. Мне посчастливилось вместе с ним работать довольно долгое время. Расскажу предысторию этого исследования.

Графт-сополимеры были впервые анонсированы страсбургской школой. Доклад о графт-сополимерах прозвучал на московской международной конференции в 1959 году, а уже в 1960 году в журнале ВМС на русском языке вышла статья. В ИВС в лаборатории Алексея Андреевича Короткова начинали проводить подобные исследования. Ровно через год в мае 1961 года в журнал ВМС прошло две работы из ИВС: одна по синтезу, а вторая по исследованию этих сополимеров. Галина Андреевна Андреева синтезировала графт-сополимеры, которые тут же попадали на исследование к физикам. Авторами второй статьи были В.Н. Цветков, С.Я. Магарик, С.И. Кленин, В.Е. Эскин. Речь идет о синтезе привитых сополимеров стирола и метилметакрилата. На длинные цепи метилметакрилата прививали короткие цепи полистирола. В этом сополимере было 90% полистирола. Семен Яковлевич очень много занимался изучением двойного лучепреломления полистиролов разной тактичности. Эти полимеры имели отрицательную оптическую анизотропию, тогда как графт-сополимеры, полученные таким методом синтеза, показывали положительную оптическую анизотропию. В этой работе В.Н. Цветкова, С.Я. Магарика, С.И. Кленина, В.Е. Эскина было высказано предположение, что цепи имеют гребнеобразное строение. Тут появилась интрига, так как страсбургцы, которые синтезировали такие полимеры, выдвинули модель «ежа» для представления их структуры, а ленинградская школа выдвинула модель длинной персистентной гребнеобразной цепи. Что будет происходить, если будет изменяться молекулярная масса этих цепей? Если взять модель «ежика», то с точки зрения двойного лучепреломления ожидать чего-то особенного не приходится. Если длина цепи уменьшается и доходит до такой короткой цепи, когда основная цепь становится меньше суммы боковых цепей, то длинной цепью становится цепь полистирола. В растворе эти молекулы будут ориентироваться длинной цепью. Макромолекулы с малой молекулярной массой будут иметь другой знак оптической анизотропии. Виктор Николаевич разработал теорию анизотропии такой цепи, которая предсказывает перемену знака, а также говорит о том, что из оптических данных можно получить отношение геометрической асимметрии цепи, т.е. отношение жесткости цепи к поперечному размеру (к диаметру).

Началась гонка за поиском переменны знака. Когда я пришел, то стал именно этим заниматься. Надо было получить набор фракций полиметилметакрилата с разными молекулярными массами и особенно обратить внимание на наличие малых молекулярных масс. Далее я делал смесь таких фракций и передавал Галине Андреевне Андреевой. Она осуществляла синтез, выделяла полимер, очищала от избытка полистирола. Далее мы фракционировали этот полимер и изучали полученные фракции всеми методами гидродинамики и двойного лучепреломления. В результате исследований получилось то, что мы искали: большие фракции имели положительное значение двойного лучепреломления, а при малых молекулярных массах – отрицательное. Перемена знака наступала приблизительно при общей молекулярной массе меньше 80 000. Сравнение с теорией позволило оценить отношение персистентной длины к диаметру. Эти исследования были основой моей кандидатской диссертации. В нее также было включено нахождение θ -температуры таких цепей в циклогексане – известном θ -растворителе для полистиролов. Для привитых сополимеров с короткими цепями θ -температура значительно меньше, чем для линейного полистирола.

Через некоторое время Виктор Николаевич предложил мне перейти на кафедру физики полимеров. К этому моменту физический факультет уже переехал в Петергоф. Я согласился и начал работать на кафедре, но никогда не терял контактов с Институтом высокомолекулярных соединений.

Меня интересовала проблема, заключающаяся в определении невозмущенного значения коэффициента седиментации k_s (коэффициент Грана), т.е. коэффициента, характеризующего изолированную макромолекулу. Для этого необходимо было изучить концентрационную зависимость. Было предложено безразмерное соотношение, которое можно использовать для других фракций. Речь идет об изучении серии образцов гомологического ряда. Допустим у вас 10 фракций, исследовать надо минимум 3 концентрации, т.е. необходимо поставить 30 долгих седиментационных опытов.

Коэффициент седиментации в соответствии с уравнением Сведберга прямо пропорционален молекулярной массе и обратно пропорционален размеру макромолекул. Концентрационный коэффициент прямо пропорционален кубу размера и обратно пропорционален массе. Кроме того, есть

соотношение Марка-Куна-Хаувинка. Если рассмотреть эти три уравнения совместно и исключить молекулярную массу, то получается довольно простое соотношение, которое связывает концентрационный коэффициент седиментации с коэффициентом седиментации. Анализ k_s продолжался и в скором времени был введен в седиментационный параметр. Аналог гидродинамического инварианта, в котором присутствует коэффициент седиментации, характеристическая вязкость и молекулярная масса, здесь вместо вязкости присутствует коэффициент Гралена. Этот вариант – дополнительный инструмент проверки адекватности получаемых результатов. Для вязкости развиты различные теории, которые рассматривают зависимости от молекулярной массы в очень широком интервале, а для k_s таких теорий нет. Однако существует огромный банк экспериментальных данных. Анализ этих литературных данных привел к таким оценкам седиментационного параметра. Это дает возможность оценивать молекулярную массу исключительно из седиментационных экспериментов.

Я защитил докторскую диссертацию в 2004 году на тему «Молекулярная гидродинамика и оптика природных и синтетических полисахаридов». Полисахариды – уникальный класс полимеров, который покрывает все возможные структуры и топологии в науке о полимерах. Изучая полисахариды, мы изучаем общие проблемы полимерной науки. Мое возвращение в ИВС состоялось в 2011 году. В этот период мы очень интенсивно начали изучать заряженные системы на основе полистиролсульфоната натрия и на основе сополимеров N-метил-N-винилацетамида и виниламин хлорида. Мы изучали статистические сополимеры трех составов в широком интервале ионных сил. При очень малых ионных силах в то время не умели адекватно определять характеристическую вязкость. Мы предложили способ определения этой величины по начальному наклону зависимости натурального логарифма относительной вязкости от концентрации (это то, что было предложено Кремером вообще для полимеров). Мы используем этот подход для определения характеристической вязкости при очень малых ионных силах, когда явно проявляются полизлектролитные взаимодействия. Получаем сигмоидальную зависимость, которая хорошо описывается теорией для простой модели заряженной сферы, способной находиться в различных условиях (растворителях разного качества). Сопоставление теоретических кривых с нашими экспериментальными точками показывает хорошее совпадение с теорией.

Благодарю всех химиков, с которыми мне повезло сотрудничать. Без их умения и терпения мы не могли бы удовлетворять свое любопытство. Надеюсь, что наши результаты были им тоже полезны. Благодарю всех сотрудников, своих учениц и учеников. Хочу выразить отдельную благодарность Ольге Всееволодовне Окатовой. Спасибо всем за внимание!

«МОЛЕКУЛА»

С первых лет существования ИВС был центром культурной, интеллектуальной и музыкальной жизни ученых. Старшее поколение помнит фортепьянные вечера Б.Л. Ерусалимского, статьи в журнале «Новый мир» за подписью М.В. Волькенштейна, замечательные оперетты, сочиненные и поставленные А.П. Кавуненко с коллективом ученых, капустники. В институте устраивались выставки художественных работ – картин, фотографий, вышивки бисером и валяния из шерсти. Все это было, и мы не должны это забывать, как и песни, стихи и шутки прошлых лет жизни ИВСа. Сборники стихов Д.А. Дмитриченко, А.А. Демина и др. ученых, арии из опер, напетые прекрасным голосом В.Н. Цветкова украсили бы музей ИВСа, если бы он был все-таки создан.

С получением нового здания на Большом 31 неразрывно связано создание и оформление **клуба-кафе «Молекула»**, где побывали знаменитые артисты, искусствоведы, шахматисты и все сотрудники ИВСа.



Директор института, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор Котон М.М. перерезает ленточку на открытии кафе 23.01.1963 г.

«Здесь все напоминает о химии. Огромные фотографии кристаллов, кристаллических решеток, синтетических волокон, замысловатых приборов. Сверкающие цветным пластиком столы. Большой экран матового стекла, на котором так удобно просматривать научные фильмы о новых исследованиях. Сидящие за столами люди – сплошь химики. Научные сотрудники, кандидаты и доктора химических наук.

Однако тут не ставят опытов и не делают открытий.

«Молекула» – это небольшое уютное кафе на Большом проспекте Васильевского острова, в котором по четвергам собираются химики, преимущественно молодежь.

Один ученый как-то вернулся из Парижа, где побывал в научной командировке. Делясь впечатлениями с коллегами, он произнес историческую фразу: «А еще в Париже по вечерам все сидят в кафе! Давайте и мы сидеть в кафе!». Предложение было принято на «ура».

И вместо будничной столовой в институте сделали кафе для интересных встреч и жарких споров. Нашлись свои архитекторы, художники. Полтора месяца возились тут по вечерам энтузиасты. Красили, строгали, клеили, рисовали... На открытии яблоку было негде упасть. Всем здесь понравилось. Приятно было, что ароматный кофе варят и разносят по столикам... химики, свои же товарищи.

С первого же вечера желанными гостями «химического» кафе стали интересные люди. Народный артист СССР Н. Акимов рассказывал о театре. Поэты О. Берггольц, М. Борисова, Г. Горбовский читали свои стихи.

На «четвергах» звучит музыка, демонстрируются любительские фильмы, здесь поют, танцуют, шутят. В «Молекуле» – как дома».

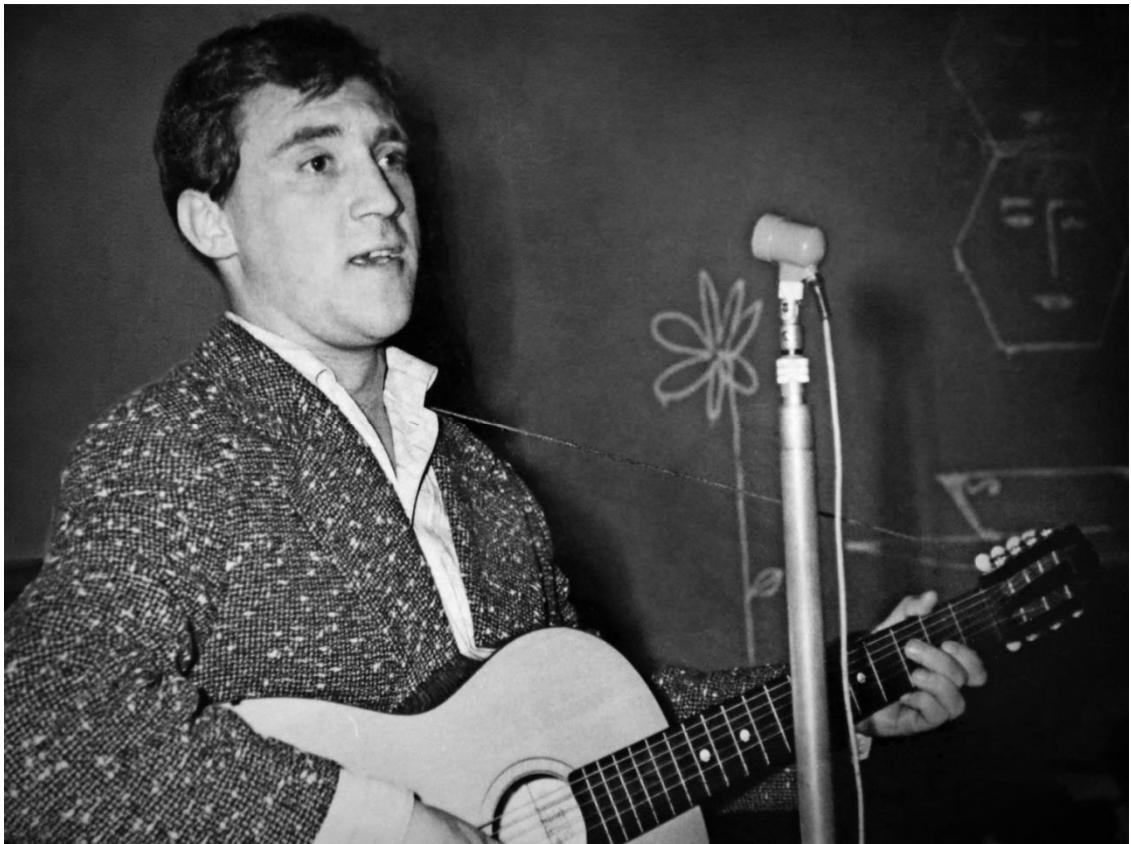
*Редактор М.С. Куртынин
«Ленинградская правда» 22.12.1963г.*



Гости приходили к нам самые разные: именитые и не очень, известные своими познаниями в какой-то области, нестандартным мышлением и даром собеседника. Рассказывали о цивилизации Южной Аравии, раннем творчестве Ф.М. Достоевского, забытых усадьбах Ленинградской области..., пели песни, читали стихи. В 1964 году свой третий сезон «Клуб-кафе „Молекула“» открыл встречей с писателем Даниилом Граниным. Побывали у нас Владимир Высоцкий Сергей Юрский, Илья Глазунов и многие другие, о чём остались записи в книге «Жалоб и восхищений», хранящейся в архиве института.

20 апреля 1965 года Владимир Высоцкий дал один из первых своих ленинградских концертов на большую аудиторию в кафе «Молекула», расположенном в Институте высокомолекулярных соединений. В гостевой книге кафе певец оставил запись: «Дважды был в кафе „Молекула“. Очень приятно, что в другом городе можно чувствовать себя, как дома. Не думайте, прослушав мои песни, что я сам „такой“ — отнюдь нет!». Имелось в виду, что его, исполнявшего тогда «блестящие» песни, нередко спрашивали, действительно ли он сидел, и очень удивлялись тому, что никакого отношения к тюрьмам выпускник Школы-студии МХАТ не имеет.

Ленинградская биография поэта длинна и многообразна: именно в нашем городе В. Высоцкий дал самое большое количество сольных концертов, и благодаря ленинградским коллекционерам и любителям до сегодняшних дней сохранились записи многих его песен, в свое время тиражированные на магнитофонах.



Владимир Высоцкий

Я живу в кафе „Москва“
Очень приятно, что в другом городе
можешь чувствовать себя, как дома.

Не думайте, прощущая мои
тесни, что я сам „такой“
Отнюдь нет!

С любовью

20 апреля 1965, Высоцкий

XX год



Сергей Юрский

Спасибо за губчатый берег!
18.VI.64. Мурман | Каргин |

У Вас очень хорошо. К Вам многие
ещё придут, и я тоже, если позвоните.
Желаю быть счастливым и весёлым,

26 июня Форелем.

(С. Юрский)



Илья Глазунов

ОБЩЕСТВЕННАЯ ЖИЗНЬ

Жизнь ИВСян оживляли субботники и выезды в сельскохозяйственные угодья, где проявляли себя ловкие и умелые, а также расцветала дружба и даже любовь.





Был в ИВСе и свой спортивный совет, который устраивал выезды на лыжах, спортивные секции, плавание в бассейне, шахматные турниры.



Многие мероприятия в ИВСе проходили и проходят при поддержке профсоюзного комитета, который существует много лет и активно участвует в жизни Института.

ЖИЗНЬ ДО ИВСа

Каждый день мы приходим в большое серое здание ИВСа на углу 9-й линии и Большого проспекта, построенное более полувека назад. А что же было на этом месте раньше?

На плане города 1753 г. хорошо видны типовые участки, но были они застроены или нет – неизвестно. В 1760-х годах участок на углу Большого проспекта и 9-ой линии принадлежал выдающемуся поэту и драматургу А.П. Сумарокову, создавшему в этот период трагедию «Вышеслав», комедии «Опекун», «Лихоимец», «Нарцисс» и др.

В 1783 году участок приобрела жена знаменитого портретиста Д.Г. Левицкого. Здесь художник работал над полотном «Портрет Екатерины II – Законодательницы», написал портреты детей семьи Воронцовых и дочерей великого князя Павла Петровича. В 1783 г. здоровье Левицкого ухудшилось, он оставил преподавание в Академии художеств и через два года покинул свое владение.

В начале XIX века владельцем дома стал известный хирург И.З. Кельхен – основатель и директор Обуховской больницы, управляющий Медицинской коллегией. Но на плане 1828 г. на участке от 9-й до 10-й линии никаких строений не видно. В 1866 г. в деревянном доме, сохранившемся здесь, снимал квартиру руководитель московского революционного кружка «ишутинцев» И.А. Худяков.

В 1878 г. этот участок купили известный палеонтолог В.О. Ковалевский, его жена, первая женщина-математик С.В. Ковалевская, а также ее брат – кандидат математических наук Ф.В. Корвин-Круковский. Супруги Ковалевские поселились в деревянном угловом доме. Для продолжения исследований им требовался источник доходов. В то время едва ли не единственным вариантом было домовладение. Примером для Ковалевских служил видный ботаник и в то же время домовладелец и садовладелец барон М.С. Воронин. Поэтому Ковалевские в 1878-1879 гг. по проекту архитектора П.Ю. Сюзораозвели со стороны 9-й линии (№ 16) пятиэтажный доходный дом, а во дворе – бани. Наверное, многие помнят эти бани, именовавшиеся «Андреевскими», их снесли только в начале 80-х гг. прошлого века. Деньги на постройку одолжила подруга Софья Васильевны, математик Ю.В. Лермонтова. Однако стройка лишь разорила владельцев, впоследствии участок был продан Тульскому поземельному банку.

В конце XIX и начале XX века в угловом деревянном доме находился ресторан «Белый медведь».

В 1934 г. на Васильевском острове построили Душевой павильон. В нем было 45 душевых точек (27 мужских и 18 женских). Средняя посещаемость около 15 тыс. человек в месяц. Горячая вода поступала от расположенной рядом бани.



В 1956-1962 годах на этом месте возвели монументальное здание по проекту архитекторов Б.М. Серебровского и П.И. Трубникова и инженера А.М. Фундылера.



В начале 1960-х годов его занял Институт высокомолекулярных соединений АН СССР.

*A.Э. Бицкий
по материалам книги Г. Никитенко и В. Соболя
«Дома и люди Васильевского острова»
и фото с сайтов [pastvu.com](#) и [retromap.ru](#)*