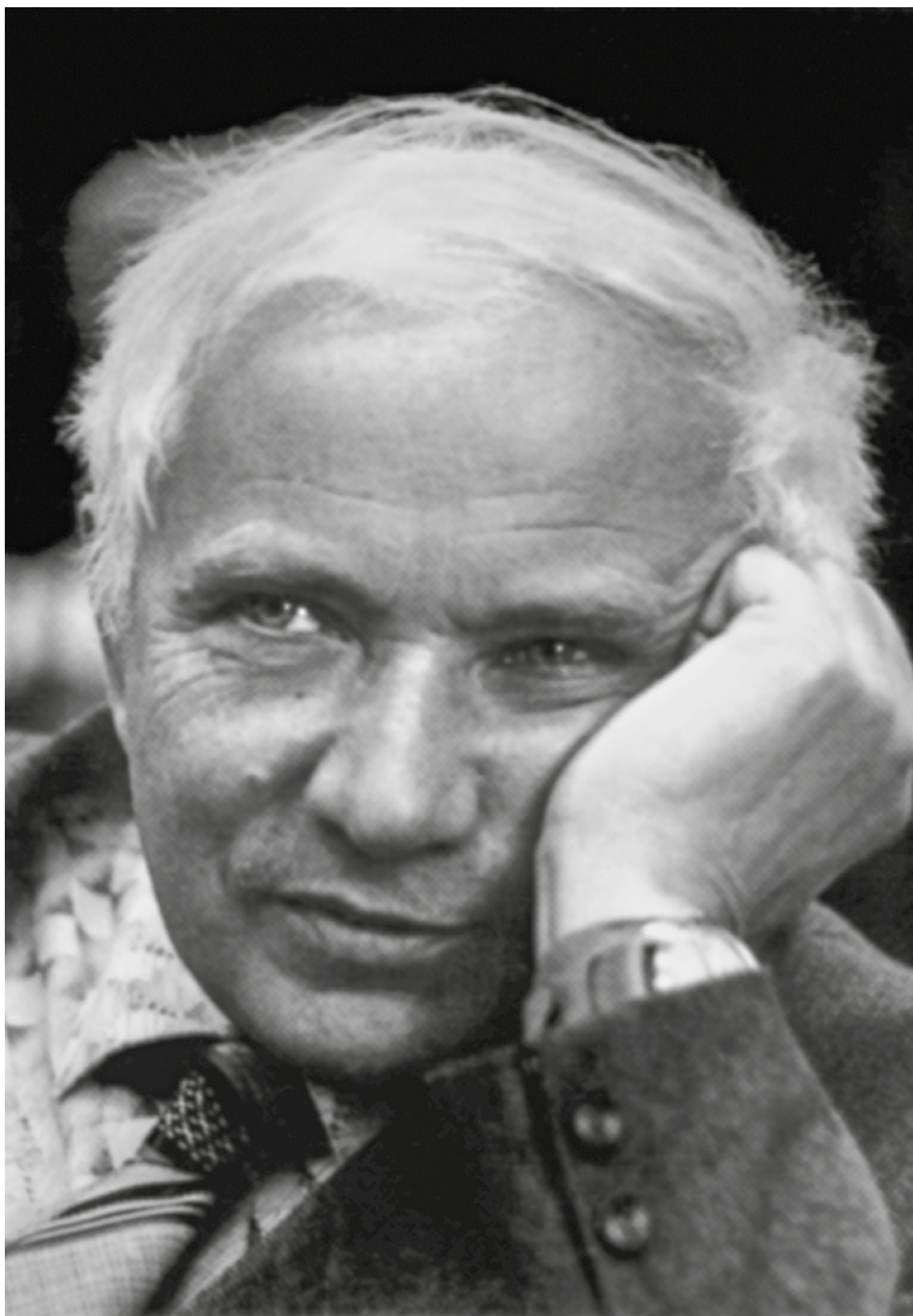




Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 29 июля 2021 года • № 29 (3290) • 12+

Дмитрий Георгиевич Кнорре: выдающийся ученый, учитель, организатор науки



СО РАН: ЛЮДИ И ГОДЫ

95 лет со дня
рождения академика
Дмитрия Кнорре

28 июля 2021 года исполнилось 95 лет со дня рождения академика **Дмитрия Георгиевича Кнорре**, основоположника физико-химической биологии в Сибири, директора-основателя Новосибирского института биоорганической химии (в настоящее время — Институт химической биологии и фундаментальной медицины) СО РАН. Академик Кнорре сыграл большую роль в становлении молекулярной биологии, биофизики и биохимии в СССР, оказал влияние на развитие Российской академии наук.

Дмитрий Георгиевич Кнорре с сотрудниками первыми в мире начали работы по созданию ген-направленных биологически активных веществ. Под руководством Д. Г. Кнорре были выполнены фундаментальные исследования, позволившие установить детальные механизмы реакций образования пептидных, фосфодиэфирных и фосфамидных связей.

Дмитрий Георгиевич — создатель мощной научной школы физико-химической биологии, широко известной в России и за рубежом. Среди его учеников — академики, члены-корреспонденты, доктора наук и целая армия кандидатов наук.

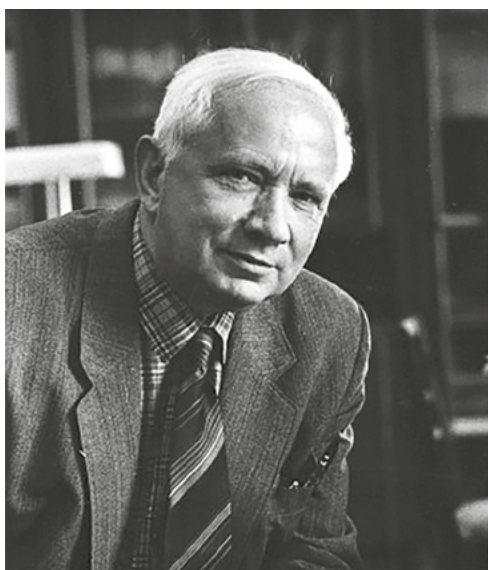
Многогранная деятельность Дмитрия Георгиевича была отмечена рядом российских, зарубежных наград и престижных премий. Академик Дмитрий Кнорре является лауреатом премии АН СССР им. М. М. Шемякина (1988), Ленинской премии (1990), премии Правительства РФ в области образования (2000). Дмитрий Георгиевич награжден орденом Ленина (1981), орденами «Знак Почета» (1967, 1985), орденом Октябрьской Революции (1986), орденом Почета (1999), медалью «За доблестный труд» (1970) и другими.

В 2016 году Д. Г. Кнорре был награжден Большой золотой медалью им. М. В. Ломоносова, высшей наградой Российской академии наук, «за выдающийся вклад в области химии нуклеиновых кислот, аффинной модификации биополимеров, становление важнейшего направления фармакологии — терапевтических нуклеиновых кислот и развитие методов генной терапии».

Фото предоставлено
ИХБФМ СО РАН

Д. Г. Кнорре — организатор науки

Для отечественной науки **Дмитрий Георгиевич Кнорре** — один из основателей важнейших направлений исследований в области молекулярной биологии и биоорганической химии. В 1991–1996 годы Д. Г. Кнорре был академиком-секретарем Отделения физико-химической биологии Российской академии наук. Сотратники ученого отмечают, что именно он смог поддержать биологические науки на достойном уровне в трудные для страны годы. В этом году Дмитрию Георгиевичу исполнилось бы 95 лет. Сегодня мы решили дать слово его ученикам, коллегам и друзьям, которые могут рассказать о влиянии, оказанном академиком Кнорре на советскую и мировую науку.



Александр Габирович Габиров, академик, профессор, директор Института биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН:

— Дмитрий Георгиевич Кнорре — признанный в мире ученый, который внес решающий вклад в исследование нуклеиновых кислот. В 1990-е годы мне довелось бывать с ним в Соединенных Штатах Америки, я помню, как он вышел читать лекцию, и зал встал, чтобы его поприветствовать. Мы должны гордиться, что у нас был такой соотечественник. Он прожил долгую, интересную жизнь и имеет огромную когорту последователей, которые продолжают его дело.

Дмитрий Георгиевич был прямым учеником нобелевского лауреата по химии **Николая Николаевича Семёнова**. Первую часть своей жизни он работал в Институте химической физики, созданном Семёновым в Москве. Там Кнорре изучал принципиальные проблемы, связанные с катализом и химической кинетикой.

Затем Кнорре заинтересовали проблемы, связанные с life science. Он очень активно включился в работу в области нуклеиновых кислот, уже начатую в Советском Союзе академиком **Владимиром Александровичем Энгельгардтом**. Советская наука в этой области была на передовой.

Дмитрий Георгиевич был одним из родоначальников принципа адресованной модификации нуклеиновых кислот, ему принадлежит идея по антисенс-технологиям. Сейчас этот принцип активно развивается на западе. Эта тема была лейтмотивом созданного Кнорре Новосибирского института биоорганической химии СО АН СССР.

Он был прекрасным, талантливым ученым и хорошим организатором. В науке есть ученые, которые решили посвятить себя научному творчеству, есть организаторы науки, которые посвящают свою жизнь крупным проектам. Но есть исследователи, которые сочетают в себе очень глубокий анализ и делают в жизни крупные открытия, но в то же время обладают организаторскими талантами. Кнорре, будучи большим ученым, хорошо понимал, кто из окружающей молодежи может развиваться до нужного уровня. Кнорре был человеком, совершенно увлеченным наукой, он думал о ней 24 часа в сутки, но часть своих сил он отдал организационным проблемам.

По предложению академика **Александра Сергеевича Спирина** он был выдвинут на пост академика-секретаря РАН. В то время это был очень важный пост, Кнорре отвечал за развитие молекулярной биологии, биофизики, биохимии во всей стране. Хотя были ученые, которые противились его выдвижению,

так как считали, что академик-секретарь должен жить и работать в Москве.

Кнорре с гордостью нес это звание в самый тяжелый период, в 1990-е годы. Он покинул этот пост в 1996 году, так как достиг возраста 70 лет, хотя был еще в очень хорошей научной форме и мог бы работать дольше. Он смог в годы страшной разрухи и полного забвения научной деятельности в нашей стране собрать силы и способствовал поддержанию необходимого уровня, чтобы потом наука возродилась. Вместе с признанием научной общественностью его таланта пришло признание и его организаторских способностей. Много фактов того времени свидетельствует о большом влиянии Кнорре на развитие науки в Российской академии. На первый взгляд этого нельзя было бы ожидать от регионального ученого.

Кнорре требовал к себе большого уважения и демонстрировал жесткость, когда это было необходимо. Например, он ввел принцип аттестации лабораторий. Это было непросто, но он заложил основы критического отношения своих коллег к другим ученым. Он был очень патристичным человеком, но нормировал всё под западные стандарты. Он считал нашу науку частью мировой и предъявлял очень высокие требования к молодежи. Кнорре можно назвать образцом нашего правильного соотечественника.

Анатолий Иванович Мирошников, академик, заведующий отделом биотехнологии ИБХ РАН:

— Дмитрий Георгиевич сыграл большую роль в становлении физико-химической биологии в нашей стране. Более классическая биология тогда развивалась в Институте цитологии и генетики СО РАН, а физико-химическая биология и биоорганическая химия начались как раз с его лаборатории. Эти науки тесно связаны с его фамилией.

Я знал Дмитрия Георгиевича с 1963 года, когда жил в Новосибирске и работал с ним в соседней лаборатории. У них был очень дружный коллектив, на зависть всем другим, это было удивительно и очень интересно. Тогда мы работали по субботам, а почти вся лаборатория Кнорре могла утром в выходной собраться и пойти вместе с ним в поход.

Когда они занимались нуклеиновыми кислотами, у Кнорре были связи по всей стране. Прежде всего, с Москвой — Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова, Институтом молекулярной биологии РАН. Даже первые доктора наук из Новосибирска защищались в московских институтах.

В начале 1980-х появились постановления о развитии молекулярной биологии и физико-химической биологии в СССР, Дмитрий Георгиевич был одной

из ключевых фигур в их создании. Программу возглавлял вице-президент АН СССР **Юрий Анатольевич Овчинников**, но Кнорре играл в ней очень активную роль и тогда же создал институт, который стал одним из пяти биоорганических институтов в СССР.

Эти постановления возвели физико-химическую биологию в нашей стране на очень высокий уровень. Когда появлялись совместные симпозиумы Советского Союза с Францией, Италией, ФРГ, Америкой, Англией, ученые ездили туда работать. Около двадцати человек приезжало к нам, столько же уезжало — это был эквивалентный обмен. С большим удовольствием я вспоминаю то время, когда с нами очень серьезно считались другие страны.

После этого периода развития начались сложные времена, именно тогда Кнорре досталась роль руководить всем направлением. Он очень много сделал, чтобы поддерживать международные связи.

Когда встал вопрос, кто станет академиком-секретарем, очень долго искали фигуру, которая устроит всех. Этой фигурой стал Дмитрий Георгиевич, несмотря на то, что он работал в Новосибирске. Этот период был очень сложным. Не было финансирования, начали рваться связи с союзными республиками.

Когда началась перестройка, и Академия наук была в ситуации неопределенности, Кнорре приложил много усилий, чтобы консолидировать физико-химическую биологию не только в Сибири, но и во всей стране. Он вкладывал в это много сил, и следы его деятельности были очевидны.

Николай Фёдорович Мясоедов, академик, профессор, заведующий отделом химии физиологически активных веществ Института молекулярной генетики НИЦ «Курчатовский институт»:

— Я всю жизнь работал в Институте молекулярной генетики, директором этого института был **Марк Александрович Мокульский**. Они с юности дружили с Дмитрием Георгиевичем, ходили в походы, занимались альпинизмом. Поэтому я сначала познакомился с Кнорре неофициально, а потом он курировал наш институт, интересовался нашими делами.

Помимо этого, мы много пересекались с Кнорре, когда занимались организацией производства меченных радиоактивными изотопами физиологически активных соединений. Тогда мы смогли довольно быстро поставить современное производство, которое было необходимо для научных исследований. Ученики Кнорре много сделали для организации производства в Ташкенте на экспериментальном реакторе.

На посту академика-секретаря Дмитрий Георгиевич занимался организацией всех крупных мероприятий, в том числе мирового масштаба. Он внес большой вклад в становление большой современной части науки, которая направлена на понимание возникновения жизни.

Мощная школа новосибирских физико-химиков до сих пор остается одной из ведущих в нашей стране и является гордостью нашей науки. Организаторские способности Кнорре, которые проявились в сохранении Академии, становлении направления и возглавлении Отделения, делают его очень крупной и заметной фигурой в нашем научном мире.

Валентин Викторович Власов, академик, профессор, научный руководитель

Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН:

— Дмитрий Георгиевич Кнорре был высокообразованным интеллектуалом, знал основные европейские языки. Долгое время он был деканом ФЕН НГУ, разрабатывал специальные программы подготовки специалистов, обладающих знаниями в области химии и биологии. Он отбирал молодежь, в его институт был самый большой конкурс.

Почти все сибирские биотехнологические организации сегодня обеспечены квалифицированными специалистами, которые прошли подготовку по программам Кнорре. Когда возникла идея создания в Сибири вирусологического центра (развившегося впоследствии в Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»), руководство страны обратилось к нему, и он выделил самых опытных сотрудников своего института для решения этой задачи, в том числе и выдающегося ученого **Льва Степановича Сандахчиева**, первого директора «Вектора».

В Новосибирском институте биоорганической химии СО РАН под руководством Кнорре были начаты первые в стране работы по расшифровке геномов вирусов. Был расшифрован геном вируса клещевого энцефалита и впервые сделаны варианты диагностических методов по выявлению вируса в клеще и в крови пациентов.

Коллектив Кнорре решал и важные практические задачи. Д. Г. Кнорре был одним из организаторов первых биотехнологических производств в Академгородке: в опытном химическом цехе Института органической химии начали производить препараты рибонуклеазы и ДНКазы, а также организовали масштабную наработку индивидуальной транспортной РНК. Благодаря тому, что препарат тРНК стал доступен, группа советских ученых в Институте молекулярной биологии АН СССР смогла расшифровать структуру этой тРНК. Это была большая победа — аналогичные работы до них удалось выполнить лишь в трех ведущих лабораториях США и Европы.

Будущие академики, а тогда сотрудники команды Кнорре, Л. С. Сандахчиев и **Михаил Александрович Грачёв** создали комплекс уникальных приборов для работы с биологическими соединениями. Наибольшую известность получил жидкостный хроматограф «Миличром», его впоследствии производили промышленно, были изготовлены тысячи экземпляров, нашедшие применение в различных областях науки и производства.

Когда для исследований в области молекулярной биологии требовались препараты, меченные радиоактивными изотопами, в Институт ядерной физики в Ташкент был направлен десант выпускников НГУ, учеников Кнорре. Молодые ученые совершили почти невозможное: работу, которая поставила в затруднение Курчатовский центр, они решили за год. Биологи страны получили возможность работать с нуклеозидтрифосфатами, меченными радиоактивными изотопами фосфора, серы и трития, секвенировать нуклеиновые кислоты и разрабатывать диагностические системы. Меченную радиоактивным фосфором продукцию экспортировали в Англию, а затем те же ученые организовали производство радиоизотопных препаратов на Кубе.

Подготовила **Дарья Руш**
Фото **Анатолия Полякова**, архив СО РАН

Институт в Сибири

«Я очень хотел принять участие в таком замечательном начинании, как создание большой науки в Сибири», — вспоминал **Дмитрий Георгиевич Кнорре**. В марте 1960-го молодой ученый перебрался из Москвы в строящийся Академгородок по приглашению доктора химических наук **Николая Николаевича Ворожцова**, чтобы реализовать свою мечту в науке — применить химическое образование к горячим проблемам биологии.



Д. Г. Кнорре и Р. И. Салганик, конец 1980-х — начало 1990-х годов



Д. Г. Кнорре с коллегами в лаборатории, конец 1970-х — начало 1980-х годов

В середине XX века положение биологической науки в СССР было незавидным. В числе крупных ученых, осознающих в тот период важность развития современной биологии, был Н. Н. Ворожцов. Он согласился организовать и возглавить Новосибирский институт органической химии и позвал Д. Г. Кнорре, работавшего в то время в московском Институте химической физики, стать руководителем лаборатории природных полимеров.

Работая в Новосибирском институте органической химии, Д. Г. Кнорре сотрудничал с **Рудольфом Иосифовичем Салгаником**, заместителем директора по науке в Институте цитологии и генетики СО РАН, и выступал за развитие биологических наук и генетики в частности, в том числе и во времена лысенковщины, периода гонений на генетику в СССР, продолжавшегося с 1935-го до конца 1964 года.

«Он был нашим защитником. С 1958-го по 1964 год Институт цитологии и генетики попал в очень трудную ситуацию. К нам посылали комиссии, всем была поставлена задача ликвидировать институт или переориентировать на мичуринскую биологию, хотя до сих пор никто не знает, что это такое. Д. Г. Кнорре на всех уровнях выступал в нашу защиту, за сохранение института и его развитие. Только благодаря этому мы продержались до 1964 года», — рассказывает академик **Владимир Константинович Шумный**, возглавлявший ИЦиГ СО РАН с 1986-го по 2007 год.

В 1970-е годы на базе лаборатории природных полимеров, переименованной к тому времени в лабораторию химии нуклеиновых кислот, и лаборатории ультрамикробиологии в НИОХ СО АН был создан отдел биохимии. Он стал основой Новосибирского института биоорганической химии СО АН СССР (с 2003 года — Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН).

Д. Г. Кнорре вспоминал, что превращение отдела биохимии в самостоятельный институт столкнулось с определенным противодействием. Однако в 1984 году на общем собрании Отделения биохимии, биофизики и химии физиологически активных соединений академик

Юрий Анатольевич Овчинников, вице-президент АН СССР, предложил Дмитрию Георгиевичу организовать Новосибирский институт биоорганической химии. В это время Овчинников как раз подготавливал очередное постановление по развитию физико-химической биологии, куда и был включен вопрос о создании института после получения одобрения директора НИОХ СО РАН члена-корреспондента АН СССР **Владимира Петровича Мамаева** и председателя Сибирского отделения АН СССР академика **Валентина Афанасьевича Коптюга**.

На руководящие должности в новом институте Д. Г. Кнорре привлек выпускников Новосибирского государственного университета, которые уже работали с ним либо в отделе биохимии, либо на кафедре в университете. Заместителем директора по науке стал **Валентин Викторович Власов**, ученым секретарем — **Светлана Дмитриевна Мызина**.

Коллеги вспоминают Д. Г. Кнорре как хорошего организатора, который планировал всё на несколько шагов вперед. «Думаю, Дмитрий Георгиевич сразу выстраивал работу отдела с прицелом, что это будет институт. В отделе биохимии работали очень талантливые люди, которые либо приехали из Москвы, либо перешли из других лабораторий, но они не были выпускниками нашего университета. А уже мое поколение пришло в институт оттуда. Дмитрий Георгиевич стал деканом факультета естественных наук и сразу стал присматриваться к способным студентам, которых приглашал к себе на практику», — вспоминает заведующая лабораторией биоорганической химии ферментов Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН академик **Ольга Ивановна Лаврик**.

«При организации института у Дмитрия Георгиевича было свое видение направления, в котором он будет двигаться. Оно заключалось в том, чтобы сосредоточиться на изучении биологии человека. В те времена было модно работать на бактериальных системах, но его концепция была особенно привлекательна и актуальна в связи с интенсивно развернувшимися тогда в мире работами по рас-

шифровке генома человека», — отмечает заведующая лабораторией структуры и функции рибосом ИХБФМ СО РАН доктор химических наук **Галина Георгиевна Карпова**.

Институт Кнорре быстро рос, и вскоре работы его сотрудников в области изучения сложнейших матричных систем человека, в частности систем репликации и репарации ДНК и рибосом, осуществляющих синтез белков, стали известны во всем мире. «Институт прославил пионерские исследования по созданию ген-направленных биологически активных веществ. Идея разработки таких препаратов была сформулирована сотрудницей института профессором **Ниной Ивановной Гринёвой**, Дмитрий Георгиевич собрал команду химиков и биологов для работы по этой теме. Очень быстро были синтезированы первые в мире препараты, направленные действующие на определенные генетические программы, и изучено их действие на биологические объекты. В настоящее время конструирование препаратов такого типа является наиболее перспективным направлением биофармацевтики», — рассказывает научный руководитель ИХБФМ СО РАН академик **В. В. Власов**.

Как отмечал сам Дмитрий Георгиевич, все усилия, направленные на обеспечение научно-исследовательской деятельности института, лишились бы смысла, если бы не был сформирован «коллектив исследователей, способных выдавать высококачественную научную продукцию». Он считал, что творчески мыслящие исследователи, несмотря на мнение и давление руководителя, любыми способами будут отдавать предпочтение тому, к чему у них явно лежит душа. В лабораторию Кнорре внутри института входило несколько исследовательских групп, которые постепенно отделялись. Самостоятельными лабораториями руководили выпускники НГУ, защитившие докторские диссертации. Докторские диссертации перед организацией института защитили **В. В. Власов**, **О. И. Лаврик** и **Валентина Филипповна Зарытова**. Они же и возглавили первые лаборатории в новом институте.

Д. Г. Кнорре обладал удивительной способностью привлекать к себе талантливых людей, зажигать в них интерес к исследованиям. «Благодаря Дмитрию Георгиевичу в отделе биохимии и потом в институте царил такая научная атмосфера, что на работу все шли с радостью. Все понимали, что занимаются самыми горячими проблемами молекулярной биологии и делают важное дело. Было принято работать по выходным и вечерам», — отмечает Г. Г. Карпова.

Соратники ученого рассказывают, что Д. Г. Кнорре интересовался абсолютно всеми исследованиями, которые велись в стенах института. **О. И. Лаврик** вспоминает: «Находясь на должности директора-организатора, он старался разбираться во всех направлениях, которые развивались в институте. Он не позволял себе быть просто начальником. Он читал много литературы, каждый вечер работал до девяти, а на следующий день приходил к девяти утра. Он постоянно беседовал с руководителями лабораторий о развитии их направлений и пытался получить знания в этих областях, чтобы судить о них не как начальник, а как ученый, способный на должном уровне обсудить развивающееся направление».

«Я хорошо помню многочисленные совещания, когда он встречался с отдельными лабораториями и детально разбирался с темами, над которыми они работают. Он хотел углубиться настолько, насколько мог. Тогда для меня, как для младшего научного сотрудника, это было сложно. Мы как будто каждый раз вновь сдавали экзамены по своим же исследованиям», — рассказывает член-корреспондент РАН **Дмитрий Владимирович Пышный**, который стал директором ИХБФМ СО РАН в 2017 году. — Он хорошо разбирался и в очень глобальных вещах, и в конкретных научных проектах, которые проводились в его институте. Это редкое для управленца науки качество».

Подготовила **Дарья Руш**
Фото из архива СО РАН
и предоставлено ИХБФМ СО РАН



Нас подружили тропы Алтая и перевалов горных снега...

Друзья и коллеги **Дмитрия Георгиевича Кнорре** вспоминают, что он очень любил походы. Несмотря на большую загруженность, Дмитрий Георгиевич всегда находил в своем графике время как на короткие, так и на длинные путешествия (по Алтаю, Камчатке, Курилам, Средней Азии). Дружная команда биологов, физиков, химиков не только вместе преодолевала сложности (а их было предостаточно!), но и обсуждала проблемы, существующие в разных науках, нередко возвращалась домой с новыми интересными идеями. Постоянными участниками походов Кнорре были академики **Юрий Николаевич Молин**, директор Института химической кинетики и горения, **Рудольф Иосифович Салганик**, заместитель директора Института цитологии и генетики, **Кирилл Ильич Замараев**, директор Института катализа. Кроме того, в походы регулярно ходили **В. А. Бархаш**, **Д. В. Корчагина**, **А. Г. Хмельницкий**, **Р. Ю. Бек**, **В. П.** и **В. К. Старостины**, **Ю. М. Румянцев** и другие.

Неутомимый путешественник, любящий приключения, не ищущий простых путей, Дмитрий Георгиевич всегда любил сложности и даже специально находил их. «Он руководствовался принципом “у природы нет плохой погоды”, никакой дождь не мог отменить назначенный поход!» — вспоминает **Андрей Бархаш**, научный сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН, сын В. А. Бархаша и Д. В. Корчагиной. Во время зимних вылазок в тайгу на лыжах ученым приходилось копать ямы в снегу глубиной полтора метра, ставить в них палатки и ночевать у костра, а летом случалось оказаться по пояс в болоте.

Почти каждую неделю Д. Г. Кнорре с единомышленниками отправлялись в короткие путешествия, часто брали с собой студентов НГУ и будущих сотрудников института. «В атмосфере сложностей люди, как нигде, проявляют себя. Тех людей, которые пережили трудности в походе и справились с ними, не подвели других, Дмитрий Георгиевич высоко ценил», — отмечает академик **Ольга Ивановна Лаврик**, которая, будучи студенткой, принимала участие в походе на Алтай.

«Из сорока моих маршрутов пять были пройдены с Д. Г. Кнорре, — вспоминает профессор **Александр Константино-**

вич Петров (ИХКГ СО РАН). — Несколько раз он приглашал меня в походы выходного дня со студентами НГУ. Эти молодые люди с удивлением слушали наши истории и песни военных лет под гитару. Он внимательно наблюдал за ними, и я понял, что идет отбор кадров. Для меня это тоже было уроком, и я первых своих дипломников и аспирантов регулярно водил в горные и водные походы. Это лучший тест на надежность и находчивость».

Участники походов вспоминают, что, несмотря на свои высокие посты и большие заслуги в науке и ее организации, Дмитрий Георгиевич в путешествиях был

всегда прост в общении. Он считал, что строгое соблюдение дисциплины — залог успеха любого сложного похода, и если он сам не возглавлял его, то беспрекословно выполнял приказы руководителя. А. К. Петров рассказывает, что в июле 1998 года Д. Г. Кнорре и его друзья, задумав показать внукам и детям настоящие горы, отправились с рюкзаками на Северо-Чуйский хребет, подняли детей на три ледника, чем вызвали их полный восторг, а в конце похода отметили 72-летие Дмитрия Георгиевича. В последние годы ученый выезжал с семьей в разные места Горного Алтая уже на машине.





Генетика таланта

Среди сотен научных работ академика Кнорре особое место занимают его автобиографические труды. Как истинный ученый, Дмитрий Георгиевич много лет не просто вел родовую летопись, а исследовал среду, которую старшее поколение создавало для младшего, чтобы каждый ребенок раскрыл свои способности в полной мере. Сегодня особенно интересно изучать этот подход к воспитанию вместе с одной из наследниц известной династии — Верой Дмитриевной Кнорре, дочь Дмитрия Георгиевича Кнорре, научным сотрудником Института биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН.

«Семья в масштабном понимании — это не только родители и дети, но и деды, и прадеды, а также ближайшее окружение, непосредственно влияющее на молодые умы и души», — размышляет Вера Дмитриевна. История немецкой фамилии Кнорре восходит к XV веку, об этом свидетельствует генеалогическое древо. В нем — ученые, медики, педагоги и даже один член-корреспондент Санкт-Петербургской академии наук. Четыре поколения Кнорре возглавляли Николаевскую астрономическую обсерваторию, фамилию Кнорре носит одна из малых планет (как тут не вспомнить, что уже в школьном возрасте Дмитрий Кнорре поражал окружающих своими познаниями в астрономии). И это лишь один из многочисленных притоков, которые веками сливались в единую реку знаний и духовных ценностей этой уникальной семьи. Дед — известный инженер-мостостроитель, отец — крупный ученый, профессор Бауманки, композитор, поэт, тетя — видная драматическая актриса, один старший брат — выдающийся эмбриолог, с юности увлекавшийся биологией развития, второй — талантливый инженер-радиофизик... Можно представить, в какой благой среде формировалась личность будущего академика Дмитрия Георгиевича Кнорре.

Нельзя при этом сказать, что Дмитрий Георгиевич шел по проторенному пути. «Как и всем подросткам военного времени, отцу приходилось преодолевать колоссальные трудности, чтобы не просто выжить, а сохранить волю к учебе, остаться верным своей мечте о большой науке», — рассказывает Вера Дмитриевна. В 1941 году из Ленинграда семья Кнорре была эвакуирована в Куйбышев, откуда 15-летний Дмитрий на год уехал в Казань под крыло старшей сестры Ксаны. Потом снова Куйбышев, а по возвращении из эвакуации — Москва, где отец семейства Георгий Фёдорович Кнорре принял решение остаться для работы в закрытом НИИ-1. И всё это время — голод, тяжелый физический труд, отсутствие условий для занятий: в Куйбышеве письменным столом будущему академику служил старый чемодан, а в Москве студент Менделеевского института Дмитрий Кнорре учился в вагоне метро, катаясь по кольцевой, ведь дома, в небольшой трешке на Тверской-Ямской, редко собиралось меньше десяти человек.

Однако именно неслегкаемый характер, закаленный в огне военной эпохи, вывел Дмитрия Георгиевича в ряды тех, кто двигает общество вперед. Стойкостью духа ученый обязан примеру своих родителей. На начальный период их совместной жизни пришлось трагические события XX века — сначала Первая мировая война, потом Гражданская. Но невзирая на трудности, Георгий Фёдорович и Елена Андреевна подарили жизнь семерым детям! Трое старших — Алексей, Кирилл и Ксана — родились в тяжелейшие годы: с 1914-го по 1917-й. Еще четверо, один за другим, появились



Г. Ф. Кнорре



А. Г. Кнорре

на свет, начиная с 1926 года. Первым представителем младшего поколения был Дмитрий, за ним — Аглая, Вадим и Марьяна. И каждому дан возможный максимум времени, внимания, любви и заботы. Учитывая условия жизни многодетной семьи на фоне истории страны — родительский подвиг, не иначе. Впрочем, для этих людей не подвиг, а образ жизни.

«Мой отец был человеком предельно демократичным. Нас не только никогда не пороли, но я даже не припомню, чтобы когда-нибудь стоял в углу. Более того, я почти не припомню, чтобы мама и папа повышали на нас голос», — это из воспоминаний самого Дмитрия Георгиевича. Чуткое руководство отца помогало делать правильные и своевременные шаги в обучении: по совету Георгия Фёдоровича Дмитрий поступил сначала в Казанский химико-технологический институт, затем перевелся в Куйбышевский. А во время обучения в Менделеевском университете именно отец обратил внимание сына на кафедру промежуточных продуктов и красителей под руководством профессора Николая Николаевича Ворожцова, который впоследствии и предложил Дмитрию Георгиевичу поехать в новосибирский Академгородок. Интересно, что, будучи прирожденным технарем, крупным специалистом в области топочной техники и теории горения, Георгий Фёдорович обладал мощным творческим даром: писал повести, стихи, поэмы.

«До 16 лет я даже не задумывалась о том, что наша семейная опера “Бармалей”, которую дед написал еще в военные годы, — следствие связи семьи с крупнейшими литераторами той эпохи. Для меня это было естественно, как дышать воздухом», — вспоминает Вера Дмитриевна. И хотя она не застала в живых свою бабушку Елену Андреевну, по рассказам родителей у нее сложился вполне яркий образ этой удивительной женщины: «Бабушка все годы терпеливо и мудро вела скромный быт семьи, хотя обеспечение семерых детей было делом очень нелегким. В военные годы, чтобы накор-

мить детей, Елена Андреевна постоянно сдавала кровь, получая за это дополнительное питание. Это подорвало ее здоровье, и из жизни она ушла рано — в 1954 году, успев, однако, заложить в детях нерушимый нравственный фундамент, необходимый для достижения по-настоящему высоких целей».

На жизнь ради высоких целей Дмитрий Георгиевич, как и многие представители его поколения, был обречен. Это их, студентов технических вузов, в 1943 году Сталин запретил призывать на фронт, чтобы было кому строить великую страну после войны. И они строили. «Отец прожил трудную, но очень счастливую жизнь. 24 часа в сутки он принадлежал науке. Семье же посвящал редкие минуты, и даже в эти бесценные моменты постоянно происходил обмен знаниями. Первые лекции по химии папа читал мне во время поездок в Москву: двое счастливых суток, когда были он, я и блокнот с химическими формулами. Дома в папином кабинете стояла большая доска, и проходили семинары: полная квартира студентов, бесконечные цепочки формул, обсуждение будущих экспериментов — всё было как в фильмах шестидесятников про советскую интеллигенцию. Только это была наша настоящая жизнь, в которой я не могла выбрать иной дороги, кроме науки», — размышляет дочь академика. Себя она называет избалованной обществом: почти все отцы-основатели Академгородка были завсегдатаями дома Кнорре, где дети и внуки росли под разговоры о громких открытиях и международных конференциях. И как Дмитрий Георгиевич неизбежно увлекал всех вокруг в свой фантастический мир с глобальными проектами, невероятными путешествиями, страстью к работе и творчеству, так и воспитанная им молодежь составляла новые поколения настоящей элиты, которую представители династии Кнорре веками вращивали внутри своей семьи и объединяли вокруг нее.

Подготовила Марина Кондратьева
Фото из архива семьи Д. Г. Кнорре

Дмитрию Георгиевичу очень нравилось преодолевать сложности, он всегда искал что-то новое, необычное и был по-настоящему счастлив, если до какого-то красивого места вела дорога, полная трудностей и приключений. «Я помню, что такое стланик, потому что шел по нему пять часов, и идти надо было, и вообще, чтобы что-то сдвинулось в душе, нужно, чтобы был “путь и далек, и долог, и нельзя повернуть назад”. И на Тятю (действующий вулкан на острове Кунашир Большой Курильской гряды) я лез не для вида с вулкана — погода могла быть совсем плохой, мы могли бы оказаться на вершине в тумане, но для меня всё равно этот поход остался бы достаточно памятным куском жизни: и за нескончаемый подъем по ручью, и за две ночевки без костра, горячего ужина и палаток, и за все те усилия над собой, которые приходилось делать», — писал Д. Г. Кнорре в своей книге «На самых дальних наших островах».

Подготовила Анна Зуева
Фото предоставлено
ИХБФМ СО РАН,
а также из личных архивов
А. В. Бархаша
и А. К. Петрова



Факультет естественных наук НГУ — кузница кадров для молекулярной биологии

Первым и тогда еще единственным факультетом открывшегося в 1959 году Новосибирского государственного университета стал факультет естественных наук (ФЕН). В то время он объединял все основные направления, уже позже физики, математики и геологи выделились в самостоятельные учебно-научные подразделения — факультеты НГУ.

«Дмитрием Георгиевичем была заложена очень четкая база. Она основывалась на том, что нужно ковать кадры и закреплять их здесь, собирать ядро. Была выстроена линия по подготовке специалистов высшей квалификации. Много говорят о “треугольнике Лаврентьева” — производство, образование и наука. В полной степени это было реализовано и Д. Г. Кнорре», — рассказывает директор Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН член-корреспондент РАН **Дмитрий Владимирович Пышный**.

Дмитрий Георгиевич Кнорре приехал в Академгородок, чтобы развивать в Сибирском отделении молекулярную биологию, возглавить свою лабораторию. Он сразу начал собирать здесь команду. Это было непросто, ведь сама по себе молекулярная биология только зарождалась, во всей стране практически не было специалистов. Поэтому Д. Г. Кнорре включился в преподавание на факультете естественных наук НГУ и стал создавать программы новых курсов. Студенты университета стали его опорой для организации сначала лаборатории, а затем Новосибирского института биоорганической химии.

«Он, безусловно, отбирал лучших студентов. Ни одного человека не принимали в институт без беседы с ним. Я удивлялась его прозорливости, как он, не работая с конкретным студентом, быстро оценивал его способности после беседы. Это было впечатляюще», — вспоминает заведующая лабораторией биоорганической химии ферментов ИХБФМ СО РАН академик **Ольга Ивановна Лаврик**.

Д. Г. Кнорре начал свою деятельность в университете как преподаватель курса физической химии для третьекурсников. Весной 1968 года, когда скоропостижно скончался декан факультета естественных наук академик **Владислав Владиславович Воеводский**, Дмитрию Георгиевичу предложили занять эту должность.

На посту декана Д. Г. Кнорре провел большое количество преобразований. Соработники ученого называют факультет кузницей кадров и вспоминают, что студенты НГУ были востребованы во всей стране.



«Все организации, связанные с биотехнологией и молекулярной биологией, обеспечены за счет выпускников университета, которые прошли подготовку по программам Кнорре», — рассказывает научный руководитель ИХБФМ СО РАН академик **Валентин Викторович Власов**.

Уже после окончания третьего курса студенты попадали в исследовательские лаборатории и могли решать реальные задачи.

«Была выстроена вся цепочка подготовки кадров. Базой для образования кафедры молекулярной биологии НГУ в 1976 году стали отдел биохимии Института органической химии, возглавляемый Д. Г. Кнорре, и отдел Института цитологии и генетики, возглавляемый **Рудольфом Иосифовичем Салгаником**, его другом и соратником. Лаборатории с радостью открывали свои двери, чтобы студенты проходили здесь дипломную практику. Они сразу вовлекались в живые исследовательские проекты», — рассказывает Дмитрий Пышный.

Д. Г. Кнорре существенно модернизировал программы курсов, перестроил их на более современный лад, он усиливал в образовании студентов фундамент физической химии и химической кинетики. Он сам начал читать курс физической химии первокурсникам, когда стало ясно, что им необходимо получить эти знания раньше, чем они начнут изучать другие предметы. После нескольких лет



чтения курса вместе с другими преподавателями был написан соответствующий учебник и опубликован в 1981 году. В соавторстве с академиком **Николаем Марковичем Эммануэлем** Дмитрий Георгиевич выпустил учебник химической кинетики, который на данный момент является лучшим учебником по этому предмету в России. Коллеги Кнорре отмечают, что по его программам до сих пор читают курсы в университете, а написанные им учебники переиздаются и изучаются студентами по всей стране.

«Дмитрий Георгиевич всю свою карьеру параллельно с научной деятельностью занимался образовательной. Тогда было мало современной учебной литературы на русском языке. Дмитрий Георгиевич считал, что науку нужно отражать в учебниках на современном уровне. Мы поняли, что нужно создать учебник по биохимии», — вспоминает кандидат химических наук **Светлана Дмитриевна Мызина**, соавтор учебника «Биологическая химия для высших учебных заведений», за который в 2000 году они с Д. Г. Кнорре получили премию Правительства Российской Федерации в области образования.

Одной из главных заслуг Дмитрия Георгиевича называют создание гибридного потока в университете. Он понимал, что для развития новой науки необходимы междисциплинарные специалисты, и полностью перестроил систему обра-

зования на факультете. Первые два года студенты изучали и химию, и биологию, а уже на третьем курсе им предлагалось выбрать специализацию.

Д. Г. Кнорре ответственно подходил и к учебным программам, и к подбору преподавателей. Он разрешал всем желающим выпускникам попробовать себя сначала в преподавании лабораторных или семинарских занятий при опытных лекторах, а затем и в чтении собственных курсов. До сих пор на факультете сохраняется традиция проводить курс, в котором каждую пару читает новый лектор. Туда приглашаются сотрудники институтов, аспиранты и студенты, некоторые после этого остаются в университете преподавать. Начало этому положил Кнорре.

«В 1976 году им была создана кафедра молекулярной биологии, а мне повезло быть его первым заместителем по кафедре. Дмитрий Георгиевич поручал своим ученикам читать лекции в университете. Мне он передал курс биологического катализа, еще до образования кафедры молекулярной биологии, который я читаю до сих пор, уже больше сорока лет», — рассказывает Ольга Лаврик.

Активное участие в создании кафедры молекулярной биологии принимала С. Д. Мызина. Уже будучи студенткой, она поняла, что хочет работать с Кнорре, а после выпуска из университета по его настоянию осталась на кафедре физической химии и начала преподавать. «Тогда мы приступили к созданию своей кафедры и развитию биохимического направления», — вспоминает она.

«Важным, очень увлекательным делом на посту декана было мое общение со студентами», — говорил Дмитрий Георгиевич. Выпускники университета с улыбкой вспоминают, как проходили практику в Новосибирском институте биоорганической химии под его руководством, собирались на семинары в коттедже ученого и ходили в походы, которые становились настоящей проверкой на выносливость.

Подготовила **Дарья Руш**
Фотографии предоставлены
ИХБФМ СО РАН



Сибирские ученые исследуют наночастицы для использования в сфере печатной электроники

Сотрудники Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН уже несколько лет ведут исследования по совершенствованию и разработке методик получения чернил для печатной электроники. Результаты работ позволят производить большее количество наночастиц, сохраняя их высокую стабильность.

Область печатной электроники на сегодняшний день является одним из перспективных направлений научных исследований. Она связана с производством электронных устройств при помощи специальных чернил. Такой подход к созданию плат, микросхем и прочих элементов современной техники намного проще и дешевле ныне используемых, но массово его пока не применяют. Главное препятствие состоит в получении чернил. Синтезировать необходимое количество вещества можно, однако срок его хранения будет ничтожно мал. Способы получения стабильных чернил намного сложнее и требуют больше времени. К примеру, на выпуск бутылка с жидкостью объемом 50 мл компаниям, занимающимся ее производством, требуется около недели.

«В печатной электронике необходимо использовать именно наночернила, ведь если частицы металла, из которых чернила состоят примерно наполовину, будут слишком крупными, то они попросту забьют сердце принтера — его печатающую головку. Обычно мы работаем с частицами размером менее десяти нанометров», — отмечает старший научный сотрудник ИНХ СО РАН кандидат химических наук Павел Сергеевич Поповецкий. Чаще всего используется серебро, так как оно является лучшим проводником среди металлов, или золото, кроме того, чернила включают в себя растворитель и стабилизатор. Важно добиться высокой концентрации металла, но не допустить слипания частиц между собой.

Для получения наночастиц исследователи используют мицеллы, состоящие из поверхностно-активных веществ (ПАВ). Характерная особенность ПАВ — наличие гидрофобных (хвосты) и гидрофильных (головы) функциональных групп. В зависимости от их типа и количества одни ПАВ лучше растворяются в воде, а другие — в органических веществах, образуя прямые или обратные мицеллы. Внутри последних помещают соединения, которые в ходе реакции и дают наночастицы необходимых материалов. К поверхностно-активным веществам относится аэрозоль ОТ, с которым активно работают сотрудники Института неорганической химии.

По словам Павла Сергеевича, классический процесс синтеза наночастиц с использованием обратных мицелл АОТ довольно прост: «Растворяете ПАВ в каких-либо жидких углеводородах, самые ходовые — декан, гексан и изеооктан, добавляете растворы нитрата серебра, если хотите получить наночастицы этого металла, затем восстановитель, например гидразин, всё это как следует смешиваете, ждете пару часов — и наночастицы готовы». Реакции восстановления происходят в полостях мицелл, они сдерживают разрастание частиц, в результате чего удается добиться нужных размеров.

В зависимости от типа растворителя можно получать органические или водные чернила. «По сути, это как сравнивать вододисперсионную краску и эмаль. Последняя имеет неприятный запах, стоит дороже, но качество покрытия при ее



использовании значительно выше, зато вододисперсионная краска экологичнее. Выбор зависит от сферы применения», — рассказывает Павел Поповецкий. После производства чернил они наносятся на подложку, затем удаляется стабилизатор, и получается рисунок микросхемы. Ученый отмечает: «Используемый нами ранее классический метод получения наночастиц в неводных средах хорош почти всем, но только не производительностью. К тому же ее крайне сложно увеличить, сохранив при этом размер частиц на нужном уровне. В нашей лаборатории смогли решить эту проблему».

На ранних этапах исследований ИНХ СО РАН был предоставлен грант Российского научного фонда на разработку новых способов производства, концентрирования и обработки красок для печатной электроники. В результате этого проекта была создана новая методика

выделения наночастиц в динамической эмульсии, позволившая сохранить срок, в течение которого их размер остается неизменным. При этом сотрудникам института удалось увеличить производительность синтеза примерно в 30 раз в сравнении с классическими подходами. В ИНХ СО РАН был создан уникальный способ неводного электрофоретического концентрирования, позволивший производить чернила, которые можно хранить годами.

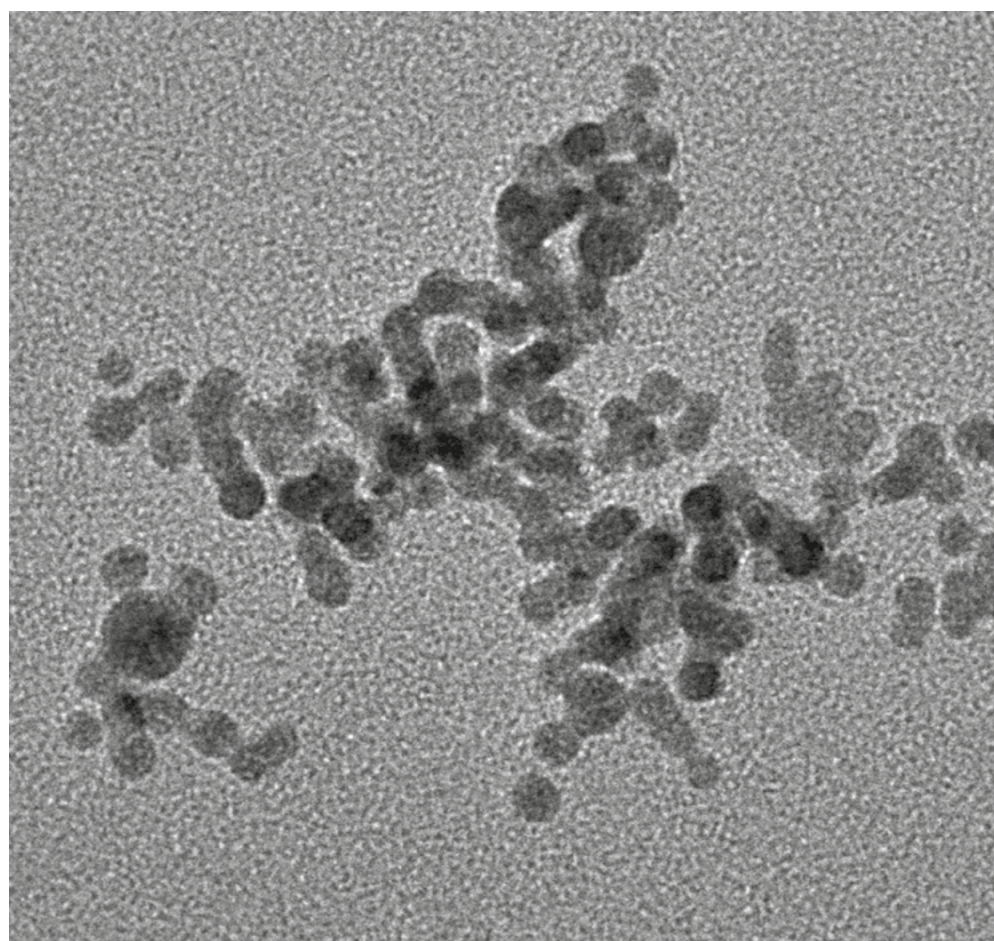
Изучением печатных технологий в лаборатории химии экстракционных процессов ИНХ СО РАН ученые занимаются с 2015 года. Тогда был получен грант Российского научного фонда, направленный на разработку новых рецептур чернил. Работы велись под руководством заведующего лабораторией химии экстракционных процессов ИНХ СО РАН доктора химических наук

Александра Ивановича Булавченко. Сейчас Павел Поповецкий разрабатывает собственные направления исследований. РФФИ и правительство Новосибирской области предоставили гранты на поиск альтернативных стабилизаторов в качестве замены традиционно используемого в лаборатории АОТ. Благодаря этому планируется снизить количество примесей в получаемых на основе чернил пленках. «АОТ содержит натрий и серу. Если от первого элемента, благодаря новой методике синтеза, мы вполне можем избавиться, то второй цепляется к серебру почти намертво. При обработке удалить его нельзя. Неионные ПАВ не содержат серу и натрий, легче и полнее удаляются, но получаемые с их помощью наночастицы, как правило, не заряжены. Это плохо влияет на их стабильность», — рассказывает Павел Сергеевич. Исследователям уже удалось получить заряженные частицы в неионном стабилизаторе. Концентрация металла в выделяемых чернилах оказалась ниже, чем при старом подходе, но пленки можно получать при более низких температурах. Еще одно направление работы ученого — поиск стабилизаторов, дающих возможность чернилам диспергироваться как в воде, так и в органических растворителях. Это позволит использовать в одном и том же печатном оборудовании, независимо от его предназначения, как сольвентные, так и водные краски.

Несмотря на то что сегодня печатные технологии массово не используются, исследователями разных стран мира предлагаются всё новые и новые способы их применения. В Израиле, к примеру, при помощи современных методов печатают микросхемы и многослойные устройства из полупроводниковых, металлических и диэлектрических частиц. В США проводились опыты по печати на ткани металлическими чернилами. Оказалось, что под действием сжатия свойства нанесенного рисунка сохраняются. В дальнейшем это можно будет использовать в спортивной одежде, у тренеров появится возможность дистанционно следить за физическим состоянием спортсменов. Печатные технологии планируется задействовать и в производстве средств коммуникации. Корейские ученые при помощи серебряных чернил смогли разработать гибкие микросхемы с прозрачностью около 98 %, которые помогут при изготовлении сенсорных дисплеев.

Использование печатных технологий в производстве электроники, по оценкам экспертов, позволит сэкономить десятки миллиардов долларов. При этом способ нанесения чернил может быть любым, главное — научиться получать достаточное количество красок и обеспечить их продолжительное хранение. Ученые считают, что решение этой проблемы — вопрос времени, поэтому уже в обозримом будущем новый способ производства сможет стать достойной альтернативой традиционному.

Дмитрий Медведев, студент
отделения журналистики ГИ НГУ
Фото предоставлены исследователем



Наночастицы размером 20 нм

Вниманию читателей «НвС» в Новосибирске!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ и Выставочном центре СО РАН (ул. Золотодолинская, 11, вход № 1, 2-й этаж).

Адрес редакции, издательства:
Россия, 630090, г. Новосибирск,
проспект Академика Лаврентьева, 17.
Тел.: 238-34-37.

Мнение редакции может
не совпадать с мнением авторов.
При перепечатке материалов
ссылка на «НвС» обязательна.

Отпечатано в типографии
ООО «ДЕАЛ»: 630033, г. Новосибирск,
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 27.07.2021 г.
Объем: 2 п. л. Тираж: 1 700 экз.
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.
Периодичность выхода газеты —
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати
России, ISSN 2542-050X.
Подписной индекс 53012
в каталоге «Пресса России»:
подписка-2021, 2-е полугодие.
E-mail: presse@sb-ras.ru,
media@sb-ras.ru
Цена 13 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2021 г.

ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забывайте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это:
— 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно;
— 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;
— статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном; самые свежие новости о работе руководства СО РАН;
— полемичные интервью и острые комментарии; яркие фоторепортажи; подробные материалы с конференций и симпозиумов;
— объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.
Если вы хотите забирать газету в здании Президиума СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (проспект Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн–пт, с 9:30 до 17:30). Стоимость полугодовой подписки — 200 руб.
Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».

По этой ссылке
вы можете
присоединиться
к нашей группе
в «ВКонтакте»

Сайт «Науки в Сибири»
www.sbras.info

Третья неделя Большой Норильской экспедиции подошла к концу

Ученые провели сбор образцов зообентоса на реке Далдыкан, а также изучили растительный покров в зоне разлива на ТЭЦ-3. Также участники экспедиции продолжают мониторинг чистоты воды на реке Амбарной.

На данный момент на объектах исследований работает отряд биологов под руководством директора Научно-исследовательского института сельского хозяйства и экологии Арктики — филиала ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» кандидата биологических наук **Зои Анатольевны Янченко**. Главная задача сейчас — понять, как ведут себя разные компоненты экосистемы в рамках восстановительного процесса.

«Мы смотрим, насколько экосистемы способны к самовосстановлению и оцениваем, как повлиял разлив на растительный покров. Каждый член экспедиции у нас отрабатывает свою часть, то есть мы все одновременно работаем на тех же самых точках, что и в прошлом году», — комментирует Зоя Янченко.

Биологи собирают отдельных представителей зообентоса для анализа вручную при помощи гранулометрического сита для сортировки организмов по размерам.

На следующей неделе к полевым исследованиям ученых присоединится отряд «Наземные экосистемы», который возьмет пробы почвы, донных отложений и растительности вдоль берегов речной системы района.

Основными направлениями исследований экспедиции этого года станут поверхностные воды, почвы и донные отложения, растительность и животные, многолетнемерзлые грунты. На протяжении шести месяцев, до ноября-декабря, планируется движение маршрутами по рекам Далдыкан, Амбарная, Пясиная, озеру Пясино.

Текст и фото пресс-службы БНЭ



СПЕЦПРОЕКТ

2021-й — Год науки и технологий

Продолжаем спецпроект, в котором сибирские ученые представляют свои самые яркие, прорывные разработки.

Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН

Разработка методик длительного содержания в аквариумах эндемичных глубоководных бычков-подкаменщиков озера Байкал.

Байкальские бычки-подкаменщики, относящиеся к семейству *Cottidae*, представлены в Байкале 33 видами (Sideleva, 2001) и представляют собой яркий пример адаптивной радиации. В настоящее время большой интерес вызывает изучение молекулярно-генетических механизмов видообразования, важным элементом которого является занятие видами различных экологических ниш.

Одним из основных методов изучения экологии гидробионтов является прижизненное наблюдение за ними *in vivo*. Но такие работы с байкальскими глубоководными обитателями были невозможны, поскольку практически все попытки их аквариумного содержания при атмосферном давлении до последнего времени оказывались безрезультатными.

В 2017 в музее начали разрабаты-

вать методики длительного содержания в аквариумах большой и малой голомянок *Comephorus baikalensis* (Pal.) и *C. dybowskii* (Korotn). В результате экспериментов удалось увеличить время жизни этих рыб в аквариумах до четырех недель (ранее максимальное время их выживания составляло около шести дней).

Весной 2020 года в аквариумных условиях провели наблюдения за нерестом длиннокрылой широколобки *Cottocomephorus inermis* (Jak.). Установлены новые для байкальских рыб формы родительского поведения и динамика выклева личинок этого вида. В августе удалось сохранить при вылове с глубин 300–450 метров и поселить в аквариум три вида глубоководных широколобок *Cyphocottus megalops* (Gratz.), *Procottus gurwici* (Tal.), *Asprocottus minor* (Sideleva). Эти рыбы живут в аквариумах уже более семи месяцев.

В 2020-м совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) (руководитель проекта — заведующий лабораторией генетики ВНИРО Николай Сергеевич Мюге) началась работа «Транскриптомный подход к изучению биоразнообразия, механизмов видообразования и адаптаций эндемичного комплекса видов рогатковидных рыб (бычков) озера Байкал» по гранту РФФИ № 20-44-380021/20.

В этом проекте будут реализованы современные высокоэффективные методы секвенирования (NGS — секвенирование нового поколения) для понимания эволюции, механизмов видообразования и адаптации к уникальным условиям обитания в биотопах, заселенных в настоящее время эндемичной группой байкальских рогатко-видных рыб.

