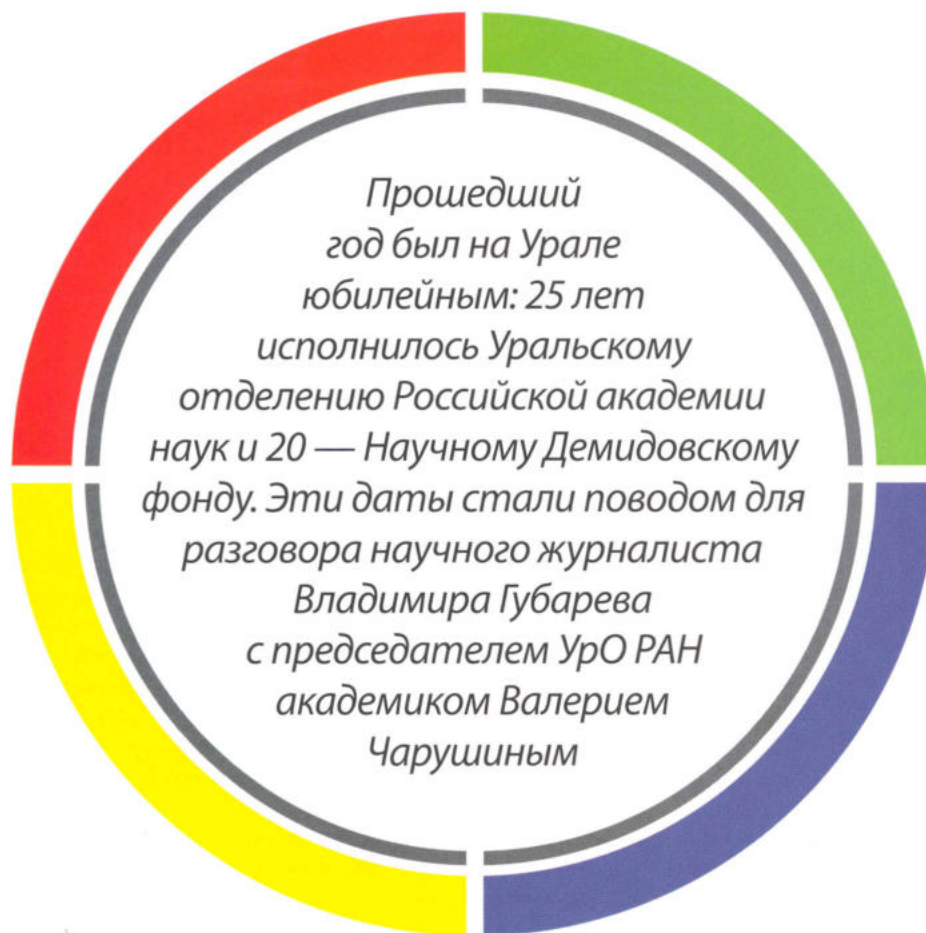


25 лет

Уральскому отделению РАН

Как увидеть гармонию?





Самая непонятная наука

— Валерий Николаевич, большинство людей считают, что химия — это самая непонятная наука, изобилующая длинными формулами, в которых трудно или даже невозможно разобраться. В большей степени это относится к органической химии.

— Это скорее от незнания или непонимания сути науки. В период своего зарождения органическая химия была не очень точной наукой из-за отсутствия прецизионных инструментальных методов. Но сегодня химик-органик в своих исследованиях использует больше физических методов, чем многие физики-экспериментаторы. Например, ядерный магнитный резонанс. Физики изобретали его для себя и не до конца понимали, что в первую очередь это понадобится химикам-органикам, т.к. нет более интересных объектов для исследований, чем большие биоорганические молекулы. Когда я на рубеже 1970-х гг. пришел в эту область науки, ядерно-магнитный резонанс только появился. Первые ЯМР-спектрометры были простыми по сравнению с теми, что мы сегодня используем. Характеристики улучшились в десятки раз, их точность и мощность позволяют биологам работать со сложнейшими биомолекулами, где взаимосвязи чрезвычайно тонки и сложны.

По сравнению с ними наши приборы — более грубые. Я не буду приводить параметры, но поверьте мне на слово.

— Где именно работают химики-органики? Какова ваша «вотчина» в панораме науки?

— Слово «химия» в разных языках воспринимается по-разному. Например, на голландском языке это звучит как один из синонимов слова «разделение», потому что химики имеют дело в основном со смесями различных органических веществ. Когда вы проводите реакцию, чаще всего образуется не одно вещество, а множество. Прежде чем установить строение вещества, которое вас интересует, вы должны разделить полученную смесь на индивидуальные компоненты. С помощью современных физических методов мы имеем возможность исследовать все компоненты полученного вещества, причем изучать их со всех сторон. Повторю, что органическая химия сегодня использует все методы изучения материи, которые изобрели физики, только гораздо энергичнее и объемнее.

— Парадокс! А почему это происходит?

— Такова иерархия наук. Сначала идет математика, потом физика, биология и далее науки о Земле, гуманитарные науки. Математика — абсолютно точная и абстрактная наука. Ей не нужно знать, к чему относится

то или иное число, она просто все описывает с помощью численных методов и весьма точно. Физики, используя в том числе математические методы, исследуют какие-то предметы и изучают разные явления. Когда мы переходим к химии, то сразу попадаем в уникальный мир. Во-первых, это более сложная материя. Во-вторых, химики в отличие от физиков сами создают вещество.

В мире молекул

— Только что официально признаны два новых элемента: 114-й — флеровий и 116-й — ливерморий, которые получены в Дубне академиком Юрием Оганесяном.

— У физиков получение новых элементов — экзотика, а у нас, химиков, получение новых веществ — повседневность. Если говорить о разнообразии веществ, широте их превращений, возможности нестандартных решений, то я отдаю приоритет химии, особенно органической. Здесь неограниченное количество возможностей, и границ химическому разнообразию просто нет. Разнообразие органических молекул поражает. Я могу прочитать двухчасовую лекцию об углероде, который лежит в основе всего живого. Из атомов углерода образуется огромное количество молекул, в том числе полимерных. В природе нет ни одного элемента, который легко образует все виды химических связей (простую, двойную, тройную) сам с собой, причем в любом количестве. Возьмем, например, кислород. Предел линейного связывания для него — три атома. У азота тоже немногим более. Академик Владимир Тартаковский сделал почти невозможное: соединил десять атомов. Он использовал соединения азота и кислорода. Требуются изощренные приемы, чтобы соединять атомы одного вида. Кремний, хоть он и аналог углерода, тоже не в состоянии строить остов молекулы только из своих атомов, а с другими элементами — пожалуйста. Углерод уникален. Возьмите хорошо известный всем полиэтилен. Десятки тысяч атомов углерода соединены между собой. Из атомов

углерода можно построить любую фигуру: плоскую, пространственную... Хотите в виде кубика — пожалуйста, желаете сферу — и ее получаете, молекулярный шарик, напоминающий футбольный мяч, — и вот уже 60 атомов углерода соединились в фуллерен. Хотите графен — пожалуйста. Когда я был студентом, принимал на лекциях все на веру. Нам рассказывали, в частности, что бензол — это уникальная по строению молекула. А кто это видел? Как доказать, что в бензоле все шесть атомов углерода одинаковы? Но когда я впервые взял ампулу с бензолом, записал спектр ядерного магнитного резонанса и обнаружил единственный сигнал от химически эквивалентных протонов, я понял, что вижу эту молекулу. Далее любое превращение становится «видимым», и вы уже можете контролировать процесс: исходное — промежуточное — конечное.

— То есть физики делают вас, химиков, «зрячими»? И что вы увидели в этом новом мире?

— Гармонию. Мы видим, как органические вещества самоорганизуются. Возникла новая ветвь — супрамолекулярная химия, которая позволила проникнуть вглубь материи, понять, что там происходит. Главное в природе — самоорганизация. Возьмем самое простое — молекулу воды. Ее химическую формулу знает каждый школьник. Но эта простота кажущаяся, потому что образуются цепочки молекул, и «отношения» между даже простейшими атомами и структурами могут быть очень сложные. Почему такое простое соединение, как вода, кипит при температуре 100°С? Почему требуется так много энергии, чтобы это происходило? Метиловый спирт, в котором тот же водород, кипит уже при 65°С. Молекулярный вес у него больше, чем у воды, а точка кипения ниже. А если взять диметиловый эфир, то у него температура кипения -20°С, потому что уже нет водородных связей. В мире молекул существует огромное количество взаимосвязей, и когда начинаешь в них разбираться, то на каком-то этапе возникает новый уровень понимания органической химии.



В лаборатории ядерного магнитного резонанса Института органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН

Наука на Урале

— А как вы пришли к этой проблематике?

— Когда я учился на II курсе, академик Исаак Яковлевич Постовский пригласил меня в студенческое общество. Это был своего рода клуб, в котором студенты вместе с преподавателями пили чай, беседовали на разные темы и параллельно обсуждали научные задачи и проблемы. Доцент Олег Николаевич Чупахин был в этом клубе неформальным лидером. Его идеи тогда не воспринимались, поскольку не имели серьезных экспериментальных подтверждений. Каждый из нас — членов его исследовательской группы — пытался ставить какие-то эксперименты, и это было интересно. Именно тогда я осознал: то, что изобретают физики, нужно химии.

— Какова судьба вашего студенческого общества? Есть ли что-нибудь подобное сегодня?

— Сейчас такого общества нет, но мы гордимся тем, что сохранили традиции уральской школы органической химии, которую создали академики Постовский



Валерий Николаевич Чарушин родился в Свердловской области. Окончил с отличием Уральский политехнический институт, затем аспирантуру. В 1976 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1987 г. — докторскую. В 2003 г. избран академиком РАН. Председатель Уральского отделения РАН. Основная область исследований — химия гетероциклических соединений. Ученый внес существенный вклад в исследование химических превращений азагетероциклов под действием нуклеофильных реагентов,

в развитие новых методологий синтеза, а также изучение механизмов реакций нуклеофильного замещения и трансформаций гетероциклов с помощью ЯМР-спектроскопии и ^{15}N -изотопных меток.

Признанный лидер в области направленного синтеза биологически активных веществ, в частности антибиотиков фторхинолонового ряда и других потенциальных ингибиторов топоизомераз в ряду фторсодержащих гетероциклов. Автор более 500 научных работ и 50 изобретений.

и Чупахин. Прежде всего, это химия гетероциклических соединений. Поясню, что это такое. Если вы строите циклическую систему только из углеродных атомов, то это карбоцикл. Если вы внедряете любой другой элемент, например серу, фосфор, кислород, азот и другие, то вы получаете гетероциклы. Если брать в целом органическую химию, то гетероциклическая область занимает в ней весьма существенную долю. Достаточно упомянуть, что на ней держится вся медицинская химия, да и многие жизненно важные молекулы, включая ДНК, углеводы, ферменты, коферменты и другие элементы живой материи, — т. е. вся наша жизнь.

— **А почему это случилось именно на Урале?**

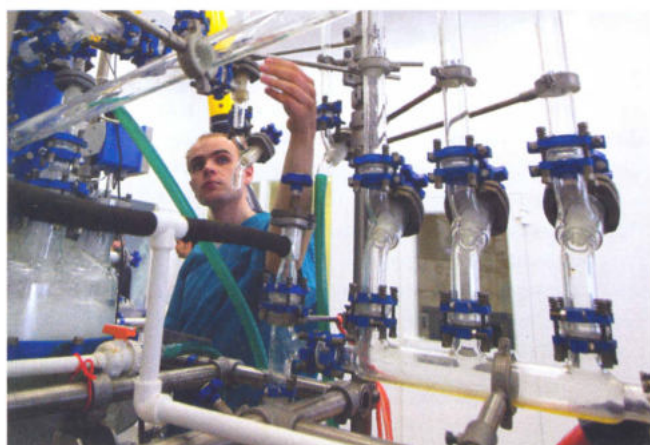
— Из-за Исаака Яковлевича Постовского, получившего образование в Мюнхене в лаборатории нобелевского лауреата Ганса Фишера, где он и занялся гетероциклами. Химия того времени была занятием исключительно для людей высшего сословия. Устав от скучных повседневных дел, они надевали белые перчатки, приходили

в лабораторию и пытались экспериментировать с веществами, чтобы удовлетворить свое любопытство. Я знаю, например, что профессор Постовский в то время увлекался бабочками. Из крылышек бабочек немецкие химики выделяли пигмент и изучали его химическое строение, чтобы создать на этой основе красители. Когда профессор Постовский приехал работать на Урал, он принес с собой гетероциклическую химию, а затем начал развивать медицинскую химию, которая тоже прижилась на Урале.

Открытие за открытием

— **Насколько мне известно, вы создали для лечения разных болезней уникальные препараты, лучшие в мире.**

— Гетероциклическая химия — это, пожалуй, наиболее важная платформа для создания синтетических лекарственных препаратов, более 70% от общего количества препаратов приходится на эту область. И тут возможности поистине безграничны, что химики-органики



В лаборатории синтеза Института органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН (вверху); монтаж установки синтеза (внизу слева); идет рентгеновский эксперимент (внизу справа)

и демонстрируют буквально ежедневно: открытия новых биологически активных молекул следуют за открытиями. Однако наш институт органического синтеза работает над многими проблемами, не только над созданием биологически активных веществ. Вместе с лабораторией Михаила Михайловича Краюшкина (Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва) мы работаем над так называемыми молекулярными переключателями. Это устройства для электроники будущего. В их основе лежит простое свойство молекул: под действием одного кванта гетероциклическая система замыкается, под действием другого размыкается. В отличие от механических выключателей на стенке, которыми мы все с вами сегодня пользуемся, «молекулярные» никогда не ломаются, работают надежно и вечно.

Не могу не сказать еще об одной особенности химии Урала, связанной с фтором. Академик Постовский был привлечен к Атомному проекту. Он создавал специальные смазки на основе органики, были получены прекрасные результаты, что позволило начать развивать химию фтора на Урале и в Советском Союзе. Параллельно сразу в трех странах — у нас, в США и Японии — ученые поняли, что открывается широчайшая область для исследований и что в ней можно получить выдающиеся результаты. И эти ожидания в полной мере оправдались.

— **Фтор для атомщиков звучит привычно.**

— Но в обычной природе в органических молекулах его нет. Фтор обнаружили в какой-то экзотической водоросли, но его там ничтожное количество. Этот элемент всегда ассоциировался с миром неживой природы. Если

мы сегодня оцениваем фармацевтику, то там около 30% фторсодержащих веществ. Атомный проект инициировал новые применения фтора, следовательно, и развитие этой отрасли науки на Урале. Принято считать, что Урал — это наш атомный щит. Действительно, здесь находятся крупные ядерные центры и открывались первые предприятия по получению плутония и урана-235. Но следует понимать, что создание атомного оружия — это и расширение научного поиска, развитие новых отраслей промышленности, в том числе и химической.

— Судя по всему, органическая химия стремительно расширяется, и нет этому процессу предела?

— Это действительно так. Нынешний мир невозможно представить без полимеров, без материалов, созданных химиками-органиками. А ведь совсем недавно все было иначе. Когда я пошел в школу, мы удивлялись первым пластиковым авторучкам. Удивлялись шарик, который мгновенно вытеснил перьевую ручку. Все это происходило совсем недавно, на наших глазах.

— Но все-таки должна быть у науки и ученых сверхзадача? Изменение материального мира — это, конечно, благородно и важно, но есть ли цели глобальные, не сиюминутные?

— Безусловно. От органической химии уже недалеко и до биохимии и молекулярной биологии. Без них понять смысл и суть жизни просто невозможно.

Об академии наук

— Зная вас много лет, я понимаю, что наука для вас — самое главное. Но сейчас вы возглавляете науку Урала. Неужели это столь же увлекательно, как и исследовательская работа?

— И эта грань деятельности нужна, полезна и интересна. Академия наук — исключительно сложная система, и чтобы ее понять и освоить, требуется немало лет. Что же касается всех 40 институтов Уральского отделения РАН, у меня есть четкое представление об их достижениях и проблемах, о том, чем и как они занимаются. Меня не нужно вводить в курс дела, когда я приезжаю в тот или иной институт.

— А как бы вы оценили роль РАН в судьбе страны? Мне кажется, что в обществе бытует искаженное представление о ней.

— Мне тоже так кажется. Академия наук играет исключительно важную, системнообразующую роль в решении многих проблем национального уровня, обеспечивая экспертную оценку, основанную на научных знаниях, эксперименте, анализе мировых тенденций. Например, контроль сейсмической опасности. Академия наук располагает уникальной и разветвленной базой сейсмических станций и институтов: это часть нашей системы национальной безопасности. Но главное — интеллектуальная научная среда, сформированная за многие годы в институтах РАН. Уберите их из Москвы и из других научных центров России, и разрушатся образование, культура, упадет уровень жизни. Тот же Московский государственный университет в значительной мере утратит свои позиции, потому что в нем сегодня работает около

! Справка

Уральское отделение РАН — мощная ветвь отечественного «академического древа» со столицей в Екатеринбурге. Научные центры УрО расположены в Перми, Сыктывкаре, Архангельске, Челябинске, Ижевске, Оренбурге. Это многоотраслевой научно-исследовательский комплекс, включающий 39 институтов, крупнейшую на Урале научную библиотеку, научно-инженерный центр, сеть исследовательских стационаров. В Уральском отделении РАН свыше 3,6 тыс. научных сотрудников, из них 35 — действительные члены и 57 — члены-корреспонденты РАН, более 600 докторов наук и 1,7 тыс. кандидатов наук.

Демидовская премия для ученых учреждена в 1831 г. уральским промышленником Павлом Николаевичем Демидовым, чтобы «содействовать преуспеянию наук словесности и промышленности в своем отечестве». Присуждалась до 1866 г. ежегодно, 17 апреля, в день рождения императора Александра II, и считалась самой почетной неправительственной наградой России. В 1993 г. в Екатеринбурге по инициативе Уральского отделения РАН и в результате объединения усилий уральских ученых и предпринимателей традиция возобновилась. Общественные неправительственные Демидовские премии присуждаются за личный выдающийся вклад в области: науки о Земле, физики и математики, экономики и предпринимательства, а также за вклад в гуманитарные науки. Будущие лауреаты определяются путем опроса специалистов той или иной области. Окончательное решение выносят пять комиссий и комитет по премиям, в который входят крупнейшие ученые России. Средства на выплату премий поступают из Научного Демидовского фонда. Каждому лауреату вручаются диплом, золотая медаль в уникальном малахитовом футляре-шкатулке и сумма в 1 млн руб. (ежегодно корректируется).

200 членов академии. Они дают молодежи добротные знания, а это — самое ценное в современном мире. Восприятие академии в общественном сознании нужно менять. Здесь огромную роль играет пресса, которая иногда создает образ академии как морально и физически устаревшей организации, где совсем нет молодежи. А я скажу вам: на Урале из 3 тыс. исследователей более тысячи до 35 лет. И только в этом году мы выдали более 200 сертификатов молодым ученым на жилье. Зрелые и увлеченные люди очень хорошо работают в системе РАН.

В УрОРАН есть Демидовская премия, которую получают выдающиеся ученые России; некоторые из них потом становятся нобелевскими лауреатами. Мы на Урале поставили перед собой амбициозную задачу: достичь мирового уровня по ряду перспективных научных направлений. И мы ее обязательно выполним. ■

*Беседовал Владимир Губарев,
научный журналист, писатель, драматург*