

## Про химию и про любовь

12.04.2016

Рубрика Общество



*В этом году очередное Менделеевское чтение в СПбГУ (первое состоялось в марте 1941-го) собрало внушительную аудиторию, во многом – молодежную. Докладчик (по традиции, особо важная персона в мире науки) академик РАН Аслан Цивадзе предположил, что завлекла тема: «От фундаментальных исследований к инновационным разработкам на основе макроциклических соединений». Не каждый знает, что такое «макроциклические соединения», но директор Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН уверяет, что и под «инновациями» мы часто понимаем то, что ими не является.*

**– Аслан Юсупович, а что мы в инновациях неправильно понимаем?**

– Я попытался сформулировать определение инноваций. Инновация – это прежде всего научная разработка на основе результатов фундаментальных исследований; должна быть принципиальная новизна; должна быть опытная установка, чтобы воспроизводить полученные результаты и масштабировать; наконец, технико-экономические показатели должны опережать мировой уровень.

К примеру, химик синтезировал какое-то новое соединение, обнаружил, что оно обладает противоопухолевой активностью, причем на лабораторных мышках показало себя активнее других. Получил патент и решил, что это инновация. А нет инновации. Чтобы появился препарат, надо еще лет 20 работать. От мышей перейти к доклиническим испытаниям, далее к

изготовлению лекарственных форм, к клиническим испытаниям и т. д. Инновация, повторю, – когда результат принципиально нов, воспроизводится и экономически и экологически целесообразен.

Кстати, о Менделеевских чтениях: Менделеев был настоящий инноватор. Самый признанный из русских ученых в мире.

**– А Нобелевку не дали.**

– Его и в академики не избрали. В академии тогда были всего четыре академика по химии, и решалось, кого признать пятым – выбирали из Менделеева и Бейльштейна, тоже очень известного ученого. Бейльштейн получил четыре голоса, а Менделеев – три.

А Нобелевская премия – тоже, знаете... Ее неохотно дают российским ученым, тем более если они номинируются без западного партнера.

**– Ваши научные интересы... Я с трудом и слова-то такие выговариваю: «супрамолекулярные системы на основе краунзамещенных порфиринов».**

– Я проще объясню. Вы знаете, о чем вообще наука химия? Это наука о превращениях. Превращения не бывает без взаимодействия, а если бы не было взаимодействия, не было бы, скажем, любви.

Допустим, вы высыпали на тарелку соль и сахар, смешиваете их – и никакого взаимодействия. Кристаллики соли и сахара друг друга «не видят», «не любят». А есть вещества, которые при контакте взрываются. То есть либо очень любят друг друга, либо ненавидят...

В 1967 году (для науки это «недавно») советские химики Юрий Овчинников, Вадим Иванов и их учитель Михаил Шемякин раскрыли механизм действия валиномицина. Это природный антибиотик, открытый в середине 1950-х западными учеными. Оказалось, что в организме натриево-калиевый обмен происходит за счет того, что валиномицин как клещами схватывает калий и переносит его через мембрану клетки. Хотя «по химии» этого быть не должно! Валиномицин как бы обнимает калий и способствует транспорту ионов. И таким образом обеспечивает передачу нервного импульса.

Другие ученые внесли валиномицин в пластифицированную мембрану электрода – и появился т. н. ионоселективный электрод на калий. Он используется в медицине: благодаря «любви» валиномицина и калия можно сразу определить содержание даже очень малых количеств калия, скажем, в крови.

Но природный валиномицин дорогой и неустойчивый. А в те же 1960-е американский химик Чарльз Педерсен синтезировал какое-то соединение, в осадок также выпало некое вещество в качестве примеси – и Педерсен обнаружил, что примеси в осадке реагируют на калий. Ученый выделил это соединение, исследовал его физико-химические свойства и установил: по своим свойствам оно – практически синтетический аналог валиномицина. Его

назвали краун-соединение, или краун-эфир. По-английски crown – «корона», а форма молекулы и напоминала корону.

Причем оказалось, что краун-соединение может «любовно» захватывать то, что ему подходит по размеру и геометрическому соответствию. Берешь определенный краун-эфир и захватываешь из всего, чего можно (отходов, воды и т. д.), тот металл, который тебе нужен. Тут, конечно, у химиков «крыша поехала»: давайте из морской воды будем золото добывать!

### **– Здорово!**

– В том то и дело, что любой закон имеет ограничения. Если у нас какая-то молекула будет работать в какой-то среде, в каких-то растворителях, это еще не значит, что она будет так же работать в организме или в других условиях.

Например, в нашем организме среда – ужасно сложная и ужасно умная, и как поведет в ней себя то или иное вещество, одному богу известно. Так и в природе в целом: в морской воде золото содержится в ничтожных количествах, и попробуй достать именно его, если в морской воде чего только нет.

В общем, иллюзии растаяли быстро. Но ученые решили применить краун-эфиры в разделении изотопов. Это нужно для решения разнообразных проблем ядерной и термоядерной энергетики, переработки отработанных радиоактивных отходов. В 1980-х появилась информация о том, что в США удалось химическим путем разделить изотопы легких металлов – и нам было дано задание проверить: правда ли это. Оказалось, что эффект разделения был. Но однократный. И эксперимент был очень дорогой и трудно воспроизводимый. А помните, что я говорил об инновациях? «Масштабируемо и экономически целесообразно».

Так вот, в 1980-х мы с коллегами провели широкомасштабный поиск эффективных экстракционных систем на основе доступных краун-эфиров. Разработали метод спектрально-конформационного анализа краун-соединений, что значительно облегчило поиск. Создали установку для многократного разделения изотопов для достижения реального и желаемого эффекта – это позволило оценить технико-экономические характеристики новой технологии.

Приходилось многократно докладывать на разных уровнях, проводить независимые экспертизы – в результате этих оценок убедились, что наш метод по сравнению с существующим позволяет уменьшить экологический ущерб в 74 раза, энергетические затраты – в 10 раз, и при этом площадь требуемых помещений сокращается в 1000 раз. Вот это и есть инновация!

Во время перестройки и в девяностые годы интерес к этому направлению у нас в стране пропал, но в последние годы это направление исследований опять признается приоритетным.

### **– Институт – госучреждение. Государство поощряет такие разработки?**

– Сейчас чиновники говорят так: «Мы это хотим, но организуйте производство сами». Это гигантские деньги, откуда нам их взять? У нас нет

таких огромных частных компаний, как в Европе и США, – «Дженерал Моторс», «Дженерал Электрик», «Сименс», «Локхид»...

«Локхид» получает от государства заказ: сделайте, например, 50 самолетов с такими-то параметрами, и ищет ученых-разработчиков. Потом компания делает самолеты и отчитывается перед государством. В России такого взаимодействия нет. Никто не хочет связываться с государственными организациями, потому что будут проблемы с интеллектуальной собственностью. Например, наш институт разработал литий-ионные батареи нового поколения по гранту – и для реализации мы их передали государству. Но характеристики таких устройств необходимо постоянно улучшать, создавать новые модели – а заинтересованности в этом нет.

**– Аслан Юсупович, про инновации вы объяснили, но вы говорили, что и про нанотехнологии мы не все правильно понимаем.**

– Была такая реклама: мужчину с Кавказа спрашивают, что для него главное в женщине. Он отвечает: «Размэ-э-эр!». Так вот дело не только в размерах. В пределах примерно от 10 до 100 нанометров происходит структурная реорганизация частицы, но новые свойства будут зависеть от того, как расположатся атомы и молекулы друг к другу, какие упорядоченные структуры они будут образовывать для эффективного переноса заряда, электронов, энергии и т. д.

Значительный толчок для развития наук о наноматериалах дала супрамолекулярная химия – химия слабых энергетических взаимодействий. Раньше ученые недооценивали слабые связи – а, между прочим, в природе именно они совершают очень многое. Они очень чувствительны к слабым энергетическим воздействиям и дают на них селективный отклик.

Например, если до человека слегка дотронуться, в нем ничего не сломается, но пройдет импульс – и все вернется в прежнее состояние. И большая разница: в автобусе вас чуть задела или любимый человек коснулся. Природа знает, что если молотком ударить, то все разрушится и из этого уже не получишь управляемой системы. Поэтому в природе очень многое держится на слабых взаимодействиях. На этом принципе работают и нынешние сенсоры.

**– Россия в этом направлении успешна?**

– Сейчас ситуация в науке серьезно изменилась. В 1970-е годы Китая и слышно не было, скажем, в области разделения изотопов, а сейчас китайцы лавинообразно увеличили свое присутствие в науке. В Китае Академия наук, кстати, так по советской системе и работает. Так же и на Тайване.

В России в 1990-е было многое разрушено, но мы сохраняли уровень, потому что у нас в целом очень образованное общество. С таким интеллектом да при желании – все можно сделать. Где-то мы сейчас отстаем, но во всех областях у нас есть потенциал.

**– Вы не льстите нам?**

– Нет. У нас «не получается» по другим причинам. К примеру, у меня друг, японец, изобрел краситель для компакт-дисков и мне рассказывал: когда он синтезировал соединение, выступил по ТВ – сразу же выстроилась очередь компаний. А я езжу с лекциями, рассказываю, все аплодируют, а решения нет.

У нашего института есть прорывные разработки мирового уровня, но чиновнику проще отказать во внедрении. Потому что если разрешишь, то наступает ответственность. У нас ведь нет ответственности за то, что отказал и упустил что-то важное.

А бизнес... Понимаете, у нас можно делать деньги из ничего и зачем во что-то вкладываться? Вот мой институт заключил контракт с одной очень крупной компанией, они нам заплатили большие деньги, мы для них разработали антикоррозийные трубы. А потом видим – их не внедряют. Я удивился, а потом предположил: зачем внедрять, если они и так покупают трубы за границей, заключают контракты. Есть, наверное, заманчивые предложения. Всех все устраивает.

**– Зачем тогда они вам разработки заказали?**

– Наверное, в компании есть свой институт, который в принципе теперь может нашими работами отчитываться. Причин может быть много.

**– Вы преподаете. Можете оценить качество знаний «поколения ЕГЭ»?**

– ЕГЭ, я считаю, не оправдал ожиданий. Могу судить по знаниям студентов, поскольку веду педагогическую деятельность в разных университетах. Для научной работы раньше было значительно легче подбирать высококвалифицированных специалистов. Чтобы решить этот вопрос, в нашем институте был специально создан научно-образовательный комплекс, состоящий из нескольких научно-образовательных центров, – так что мы начинаем работать с самой талантливой молодежью, в том числе и со студентами, которые учатся еще на 1-м курсе. Их потом зарубежные университеты приглашают, но нам удалось создать для них такие условия, что после заграничной стажировки ребята все равно хотят остаться у нас.