

О развитии молекулярной биологии, определении структуры рибосомы и своих научных достижениях

<http://oralhistory.ru/talks/orh-1617>

🎤 24 июня 2013

Собеседник

Богданов Алексей Алексеевич

Ведущий

Богатова Татьяна Витальевна

Дата записи

Беседа записана 24 июня 2013 и опубликована 9 августа 2018.

Введение

В четвертой беседе академик Алексей Богданов рассказывает о развитии молекулярной биологии и о том, кто и как становится молекулярными биологами и химиками-синтетиками. Ученый вспоминает, как у него возник интерес к изучению рибосомы, описывает методы работы с РНК и объясняет, что стало причиной конфликта между нобелевскими лауреатами, определившими структуру рибосомы с атомарным разрешением. Значительная часть беседы уделена международному научному сотрудничеству и рассказу о работе сотрудников научного коллектива Богданова в Институте молекулярной генетики Макса Планка.

Химики в молекулярной биологии

Татьяна Витальевна Богатова: Можно начинать

Алексей Алексеевич Богданов: Можно начинать, да? Собственно говоря, наша кафедра химии природных соединений возникла в тот момент, когда во всем мире и у нас тоже начала бурно развиваться молекулярная биология. Начался такой романтический период развития молекулярной биологии, когда открытия делались буквально, если не каждый день, то уж каждый месяц. В общем-то, было очень интересно. И что еще было очень важно — это то, что выяснилось: молекулярная биология, конечно, возникла на стыке многих наук, наверное, прежде всего биологии и генетики. Затем очень много, конечно, сделали физики, молекулярные физики для этой науки. Необычайно полезными оказались химики. Может быть, начиная с конца уже 50-х годов, скорее, все-таки в году 60-м — 62-м в нашу российскую молекулярную биологию двинулось большое сообщество химиков. Тогда был организован Институт биоорганической химии. В Институте молекулярной биологии, я думаю, было не меньше, чем треть сотрудников...

Т. Б.: С химическим образованием.

А. Б.: Химики, да. Я попробую объяснить, почему так произошло, это довольно легко объяснить, и что за химики туда пришли. В молекулярной биологии химия понадобилась по двум причинам. Во-первых, потому что это молекулярная биология, то есть она изучает биологические молекулы. Конечно, это дело для химиков. Во-вторых, сразу же потребовалось очень большое количество разных инструментов и моделей для молекулярной биологии, которые нужно было синтезировать, поэтому там очень востребованными оказались синтетики. Они синтезировали фрагменты белков, они синтезировали фрагменты нуклеиновых кислот — это два основных объекта молекулярной биологии.

Надо сказать, что для самой химии это тоже, конечно, было чрезвычайно интересное время. Ведь здесь все-таки речь шла, во-первых, об очень тонком органическом синтезе, потому что все эти мономеры, из которых синтезируются олигомерные цепочки, даже небольшие полимерные и олигомерные цепочки заданного состава, они достаточно сложные по структуре. Кроме всего прочего, конечно, для этого требовалась и какая-то особая техника. Она в основном заключалась в том, что были развиты методы твердофазного синтеза, когда весь синтез олигомерной цепочки шаг за шагом осуществлялся на какой-то полимерной подложке, полимерной основе, а потом уже готовое соединение от этого полимера отсоединялось, то есть снималось с этого полимерного носителя.

Надо сказать, что для решения такой проблемы, как, например, аминокислотный генетический код, синтетические методы оказались чрезвычайно важными. Это в основном были работы Гобинда Корана, такого индуса, который работал сначала в Канаде, потом в Соединенных Штатах Америки. В общем-то, он был очень близок со многими нашими учеными.



Хар Гобинд Корана. Мадисон (Висконсин, США), 1960-е гг. Источник фото: https://news.wisc.edu/newsphotos/images/Khorana_Har_Gobind_Lab_1960s.jpg

Надо сказать, что в Советском Союзе тоже возникло такое сообщество химиков, которые очень многие вещи делали вместе. Если взять, например, олигонуклеотидный синтез, то есть синтез фрагментов ДНК на полимерных носителях, то это был как раз такой тройственный союз лаборатории Кнорре в Новосибирске, лаборатории Зои Алексеевны Шабаровой на нашей кафедре, здесь в институте, и лаборатории Михаила Николаевича Колосова, который работал в Институте биоорганической химии. Они тогда создали, может быть, один из первых проектов молекулярной биологии, где объединялись усилия людей из разных лабораторий. И очень быстро был сделан автоматический синтезатор. Он, конечно, сейчас уже смотрится как паровоз по сравнению с электровозом...

Т. Б.: Это «Виктория»?

А. Б.: «Виктория». Но все-таки это была машина, которая могла синтезировать, не очень быстро, но все-таки достаточно точно, и с приличными выходами получать олигонуклеотиды. Такой вот один из примеров, потому что аналогичные вещи делались тоже в белковой химии, там разрабатывались методы синтеза пептидов, которые и в наше время используются примерно в том же виде. Моделировались какие-то промежуточные соединения, которые образуются при биосинтезе белка, при биосинтезе нуклеиновых кислот. В общем, для химиков тут была масса работы. Конечно, это был такой расцвет.

О направлениях работы кафедры химии природных соединений

В общем-то, уже тогда основной термин, конечно, был «биоорганическая химия». Все-таки химия природных соединений понималась гораздо шире, потому что там были антибиотики, алкалоиды и стероиды, все на свете. Когда перешла биоорганическая химия, то имелись в виду, прежде всего, белки и нуклеиновые кислоты. Может быть, немножко, потом довольно хорошо в Институте органической химии, это школа Кочеткова Николая Константиновича, развивалась химия сахаров. Но они, так сказать, примыкали. Если говорить о биологах, об их границе с биологами, то, скорее всего, это была такая классическая биохимия и иммунология в значительной степени, молекулярная биология, то есть наука, связанная прежде всего с изучением того, как передается генетическая информация в клетке. Это, конечно, белки и нуклеиновые кислоты. Собственно, кафедра химии природных соединений, которая как раз состояла из трех лабораторий, где изучали в одной химию нуклеиновых кислот, в другой химию белка, а в третьей их комплексы — белков и нуклеиновых кислот, оказалась очень и очень на коне, я бы так сказал.

Так что это направление, которое очень сильно стимулировал Михаил Алексеевич Прокофьев. Собственно, явственно совершенно, что он к этому готовился еще в 50-е годы, понимая, что все к этому придет. Надо сказать, что оно сохраняется до сих пор, то есть, конечно, наши синтетики, которые занимались какое-то время чистым синтезом, уже стали двигаться дальше. Они, скажем, разрабатывают какие-то синтетические модели, в которых фрагмент нуклеиновой кислоты взаимодействует с белком. Но они уже могут этот белок выделить, уже могут работать прямо с этим комплексом. То есть они стали изучать белки, которые тоже принимают участие в биосинтезе ДНК. Потом такой очень важный процесс, как модификация ДНК — метилирование ДНК. Там огромное количество ферментов ДНК-метилаз, они их изучают. То есть постепенно таких групп, которые бы занимались чистым синтезом органическим, хоть и этих природных соединений, но чистым органическим синтезом, на кафедре не осталось. То есть каждая такая группа занимается... Если они вообще синтезируют, то они синтезируют уже что-то целенаправленно для своей системы, у них есть и белок, и нуклеиновая кислота, иногда даже продвигаются гораздо дальше, вплоть до клеточного уровня. У нас есть такие люди, которые по образованию химики, они прекрасно работают с клетками, не только с бактериальными клетками (это очень просто), а работают еще с клетками животных, что значительно сложнее, и самое главное, что они понимают, что они делают. Это новая технология...

Особенности химиков–синтетиков

Т. Б.: То есть за это время произошел такой, в общем-то, синтез и выросло поколение ученых, которые не просто органики или биологи, а объединяют в себе именно обе эти...

А. Б.: Тут важно иметь в виду, что, во-первых, они должны знать эти биологические системы. То есть они довольно хорошо разбираются, я бы не сказал в биологии, они не знают по-настоящему зоологии, ботаники или, скажем, даже эволюционной биологии, но они хорошо понимают эти биологические системы. То есть для них начинать работать с мышкой или с клеточной культурой, это уже как-то не вызывает никаких препятствий внутренних. Вообще говоря, это очень интересное само по себе явление. Оказалось, что химики, если они действительно любят природу, любят биологию, очень быстро и легко овладевают вообще всей этой идеологией и техникой.

Т. Б.: А наоборот бывает?

А. Б.: Наоборот бывает чрезвычайно редко. Чтобы биохимик, даже не ботаник, а биохимик стал синтетиком, пожалуй, я таких случаев не знаю. Мне неизвестны ни у нас, ни в мире.

Т. Б.: То есть химик может мигрировать в своем объеме знаний к биологии, а от биологии к химии — это затруднительно?

А. Б.: Нет, я имею в виду синтетическую химию. Если речь идет о каких-то физико-химических методах,

то это пожалуйста, это довольно часто происходит. Во-первых, есть такая наука, как биофизика, которая вроде бы изучает физические основы всяких биологических процессов.

Т. Б.: Это опять мигрирование, скорее, от физики к биологии?

А. Б.: Ну, у нас в университете, например, есть два направления биофизики: одно на физфаке, другое на биофаке, — две кафедры биофизики.

Т. Б.: Интересно, а чем они отличаются?

А. Б.: Вот те физики, которые приходят, так сказать, по своему складу характера, по тому, что они знают, по тому, чему их учат, начиная с первого курса, они, конечно, физики. На физфаке же, если ты не ленишься, математика не хуже, чем на мехмате, поэтому они очень хорошо знают математику, они идут от математики и физики к решению каких-то биологических проблем.

А на этой кафедре, наоборот, они изначально биологи. Это те люди, которые как раз серьезно учат зоологию и ботанику, биологию всяких беспозвоночных и все прочее. Но параллельно они овладевают какими-то физическими методами, скажем, они очень хорошо владеют спектроскопией, потому что они занимаются фотосинтезом. Очень многие из них изначально какими-то другими процессами [занимаются], сейчас многие из них в биоинформатику сдвинулись тоже. Так что и химики, и биологи, в общем, все, кто угодно, довольно легко могут перейти в структурную биохимию или структурную биологию, то есть когда какими-то методами, вплоть до рентгеноструктурного анализа, изучается строение этих всех комплексов или молекул.

Т. Б.: Живого вещества, да.

А. Б.: Или какие-то биохимические реакции, которые идут. Есть реакции, которые идут в каком-нибудь пикосекундном интервале, связанные, например, с фотосинтезом, так что они должны владеть всей этой спектральной техникой. Я бы сказал, что довольно частое происходит перемещение от биологии к физической химии, к физике, но не в синтетическую химию. Я вообще считаю, что синтетиком надо родиться.

Т. Б.: Да, и любить это очень.

О молекулярных биологах

А. Б.: Да. Как-то я никогда над этим не задумывался, но навскидку могу сказать, что ни одного такого примера я не знаю. Хотя, конечно, я знаю огромное количество и американцев, и немцев, и французов, которые начинали в синтетической органической химии, а потом перешли в молекулярную биологию. Это было массовое явление, такое совершенно, видимо, логически предопределенное для...

Т. Б.: Алексей Алексеевич, это было массовое явление для каких годов? Для какого периода времени?

А. Б.: Ну, особенно массовым оно было, конечно, в 60-е годы, но оно никогда не прекращалось.

Т. Б.: Ну, сейчас, наверное, уже выросло свое, как говориться, молекулярно-биологическое образование?

А. Б.: Нет, а откуда оно берется, откуда берутся молекулярные биологи. По-прежнему берутся из тех, кого прямо учат молекулярной биологии где-то в университетах, и у нас их очень немного, так и в мире немного, конечно. Значит, либо это люди, которые занимаются именно молекулярной биологией, но на вирусах, то есть молекулярная вирусология, потому что вирусы и бактериофаги — это такой замечательный объект молекулярной биологии, потому что это тоже нуклеиновая кислота и белок.

Т. Б.: Комплекс готовый.

А. Б.: Более сложный, там еще есть мембрана, тоже как у клеточной мембраны. Это, значит, одно сообщество, откуда появляются молекулярные биологи. Второе — из химиков таких, как наши. Среди

них есть настоящие энтузиасты-синтетики, они еще на студенческом уровне изучают молекулярную биологию и туда стремятся.

Т. Б.: Да, школа начинается уже во времена студенчества.

А. Б.: Потому что в молекулярную биологию по-прежнему приходят физики... Я могу много примеров привести и в наше время, когда еще достаточно молодые люди начинают всерьез заниматься проблемами молекулярной и клеточной биологии, будучи физиками, вернее, получившими физическое образование. Понимаете, все 60-е годы приходило много людей, которые уже были в возрасте тридцати пяти — сорока лет, то есть они уже свои кандидатские диссертации, а некоторые и докторские диссертации делали как чистые химики. А потом, когда уже возникла эта потребность, этот интерес, ясно было, что тут место для химиков.

Т. Б.: Много интересного.

А. Б.: Они пошли. Я много могу приводить примеров. Скажем, был такой Борис Павлович Готтих. Он когда-то был очень популярен на химфаке, сейчас в Академии наук работает, но потом он в Институте молекулярной биологии. Он до этого занимался чистой химией, а, наверное, лет в тридцать с чем-то перешел в молекулярную биологию. И таких людей было очень много в Институте биоорганической химии вокруг Михаила Михайловича Шемякина. Тот же самый Юрий Анатольевич Овчинников делал свою кандидатскую диссертацию у Арбузова Юрия Александровича на химфаке, там никакого вообще намека не было на какую-нибудь биологию. Потом он пришел тоже в биоорганическую химию. Бесконечное количество примеров. Скажем, Кнорре, которого мы вспоминали. Он пришел из чисто физической химии, он в Институте химфизики работал. Так что с этой точки зрения это было интересное время. К сожалению, детально этот процесс перехода химиков в молекулярные биологи никак...

Т. Б.: Как раз сейчас вы рассказываете это.

А. Б.: Я не знаю, чтобы кто-нибудь так детально рассмотрел. Что касается физиков, есть очень хорошие книжки. Есть прекрасная книжка, которую написал Макс Перуц. Он был специалистом по рентгеноструктурному анализу, ученик Брэгга. Он потом сделал вместе с Кендрю первый белок. Вот он очень хорошо рассказывает, как физики превращаются в людей, которые занимаются биологическими проблемами. А про химиков, по-моему, никто и не написал.

Т. Б.: Может быть, это дело ждет вас?

А. Б.: Нет, видимо, я абсолютно в этом деле не способен.

Т. Б.: Почему? Вы же интересно все это рассказываете.

А. Б.: Потому что я вам уже это рассказывал, что я даже то, что мне полагается сделать, я никак не могу сделать.

Т. Б.: Ну, это все впереди.

А. Б.: Да. Когдаходишь в наш корпус, то почти каждую неделю видишь людей, с которыми ты тут проработал пятьдесят лет, — насчет того, что все впереди. Вот они висят на этой доске. Хорошо, давайте теперь... В общем, я думаю, что я более-менее картину вам нарисовал.

Т. Б.: Картину, да.

А. Б.: В общем, сейчас практически можно с любым человеком поговорить на кафедре химии природных соединений или в отделах, которые с ней ассоциированы. Вот вы увидите, что это химики, превратившиеся в молекулярных биологов, не в биологов, нет, в молекулярных биологов.

Сотрудничество с биологами

Т. Б.: А сейчас продолжается такое контактирование с чистыми биологами на вашей кафедре или в отделе?

А. Б.: Конечно, да, конечно.

Т. Б.: Вы говорили о том, что при организации было интересно как раз пообщаться с чистыми биологами, с биофизиками.

А. Б.: Нет, это мы общаемся всегда...

Т. Б.: До сих пор продолжается?

А. Б.: Сейчас, например, в институте, просто у наших соседей, через две вот комнаты начинается, они работают, у них сейчас колоссальный взлет. Они занимаются так называемой геной систематикой, то есть они по генам систематизируют то, что всегда делали биологи, говорили: это вид, это подвид, это что-то еще...

Т. Б.: Род.

А. Б.: Семейство, род и так далее. И все это нужно было отнести куда-то, так сказать, расписать, начиная с Карла Линнея. Биологи этим продолжают заниматься, но сейчас это они делают по генам, по ДНК...

Т. Б.: Как интересно.

А. Б.: По полному геному, когда вся огромная ДНК... У них сейчас есть проект, где сделан полный геном гречихи. Одна — это та, которую мы едим, то есть культурная гречиха. Другая — дикая гречиха, из которой она произошла. Значит, они эволюцию этой гречихи, полный геном... Это гигантская работа, потому что у гречихи, вообще у многих растений геном гораздо больше, чем у человека. Вот эти геномы сравниваются. У них просто появилась возможность работать на очень хорошей технике, поэтому они тут днюют и ночуют. С ними очень интересно поговорить. Они исследовали тут геном самого древнего многоклеточного организма, одного гриба, и я периодически захожу, спрашиваю: «Как, ребята? Что у вас там? Расскажите». И они рассказывают про разные гены этого гриба.

Т. Б.: Да, это очень все близко.

А. Б.: Так что мы как общались, так и общаемся с биологами. Нам с ними даже интереснее разговаривать, чем им с нами. Хотя, конечно, бывает и наоборот, бывает, что приходят, консультируются и так далее. Потом химики тоже в силу какой-то вот... Может быть, это тоже идет, как ни странно, от органического синтеза, от стремления что-то такое сконструировать, как говорят органики, «сварить». Химики оказались очень хорошими генными инженерами. Потому что там тоже нужно что-то такое сконструировать, сделать...

Т. Б.: И представлять пространственно, как это должно быть, структурно.

А. Б.: Да, как это все слепить. У нас среди химиков есть очень сильные генные инженеры. Теперь относительно моего собственного дела.

Т. Б.: Да.

Возникновение интереса к рибосоме

А. Б.: Я уже немножко говорил о том, что это был, конечно, замысел моего учителя Михаила Алексеевича Прокофьева. После защиты дипломной работы, хотя я очень любил синтез, он мне синтезом уже больше заниматься не дал. Я не могу сказать, что я очень сопротивлялся, брыкался, мне тоже было это интересно. Он решил, что я буду заниматься какими-то уже объектами, которые выделяются из живых клеток.

Я не буду рассказывать, так сказать, всей длинной истории, но просто когда я писал свою кандидатскую диссертацию, то обзор у меня был посвящен (тогда было очень мало еще на этот счет известно и ничего

не сделано) как раз природным комплексам белков и нуклеиновых кислот, какие они образуют структуры. Когда я писал обзор, я для себя открыл такие структуры, которые называются рибосомами.



Рибосомы — это комплексы рибонуклеиновых кислот с белками, такие маленькие фабрики, машины молекулярные, как их теперь называют, которые делают все белки, которые синтезируются в клетке.

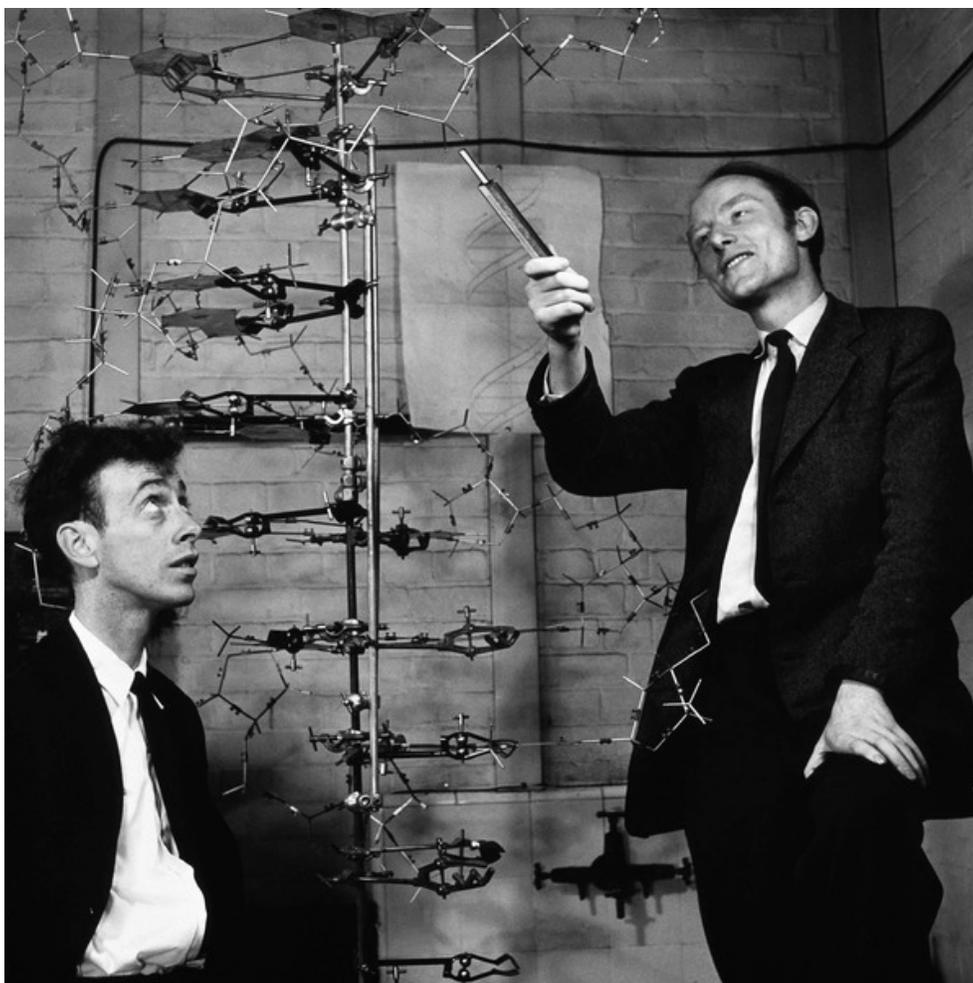
То есть информация туда приходит отдельно. Блоки, из которых идет синтез, тоже приходят отдельно, а на них идет сборка, то есть прочитывание этой информации, декодирование и сборка в нужной последовательности полипептидных цепей белков.

Во-первых, мне было очень интересно. Их незадолго до этого, я бы сказал, года за два, за три до того, как я стал находить что-то в литературе, описали достаточно детально: какая там находится РНК, что это за РНК, что там есть белки, какого они размера, как они устроены. Хотя ясно было уже четко совершенно, что они синтезируют белок в клетках. Функция их была понятна. Относительно их какого-то внутреннего устройства практически ничего не было известно. Но работы в это время накапливались, было несколько лабораторий. Надо сказать, не знаю, насколько это интересно всем, но даже молекулярные биологи себе не отдают отчет. Когда их спрашивают, что сделал Джеймс Уотсон, они говорят: «Как же! Уотсон и Крик — двойная спираль». Да, все правильно, двойная спираль. «Что потом делал Уотсон?» И ответы могут быть такие, что ничего не делал.

Т. Б.: Жил на Нобелевскую премию (*смеется*).

А. Б.: Ничего не делал, потом говорят, что он стал директором одной очень крупной престижной лаборатории в США, потом там занимался организационной работой при них. Это страшное непонимание, потому что Уотсон, когда стал самостоятельным... То есть он был совсем молодым, когда они сделали эту структуру ДНК. А потом он попал в Гарвардский университет, у него там появилась собственная лаборатория, и эта лаборатория начала заниматься исключительно биосинтезом белка. В течение десяти лет через эту лабораторию прошли все основные люди на Западе, которые в этой области работают. Из них, по-моему, шесть или семь потом стали нобелевскими лауреатами. Они во многом, даже я бы сказал, просто в силу характера Уотсона как-то варились в собственном соку, но всю идеологию он там создавал. Они там, в общем-то, формировались все. То есть это была могучая школа, что не очень характерно вообще для американской науки. Это была настоящая школа, где люди учились и очень много сделали, очень много открыли.

Т. Б.: Перенимали опыт друг у друга и у старших.



Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик демонстрируют модель молекулы ДНК. 1953. Источник фото: <https://alev.biz/wp-content/uploads/2018/07/watson-and-crick-and-their-dna-model.jpg>

А. Б.: Да, так что в это время, конечно, из уотсоновской лаборатории выходили очень интересные работы. Я должен сказать, что я этими писаниями занимался где-то в 61-м году, в 62-м. А в 61-м году в Москве был Международный биохимический конгресс. По-моему, мы его с вами упоминали в этих рассказах, потому что он все буквально перевернул. Это был, конечно, мощный импульс, когда химики пошли в молекулярную биологию, когда молекулярно-биологические стали открываться институты. В Курчатовском институте был радиобиологический отдел создан, куда собрали всех недобитых генетиков, замечательных ученых, которым Лысенко не давал работать. Институт молекулярной биологии, [Институт] биоорганической химии, потом мы, в Новосибирске институт — в общем такой вот... И это очень сильно стимулировалось этим конгрессом. Потому что сюда приехало абсолютно... Первый раз, когда в Советский Союз впустили всех, кто захотел сюда приехать. Terra Incognita была, а тут такая возможность, и приехало восемьсот американцев.

Т. Б.: Да, всем же посмотреть хотелось.

А. Б.: Все, все, все, все буквально. И здесь я тоже очень много услышал докладов, кое с кем даже познакомился немножко.



На открытии V Международного биохимического конгресса. Москва, 1961. Источник фото: <http://visualrian.ru/category/science/780062.html>

Т. Б.: Это было как раз в период, когда вы писали литобзор.

А. Б.: Я писал литобзор в свою диссертацию. Я решил, что хочу заниматься рибосомами. Я уже вам рассказывал, что Михаилу Алексеевичу сначала это не понравилось. Он решил, что я должен отправиться в Пущино, потому что тогда там тоже создавался центр пушинский. Тогда я познакомился (не познакомился, познакомился я с ним, конечно, раньше) с Александром Сергеевичем Спириным. Просто он в это время тоже начал, буквально самые первые работы были по рибосомам, и я туда влился. Мы там смогли кое-что сделать, и я понял, что это мое. Почему рибосома интересна для химика?

Т. Б.: Почему?

А. Б.: Во-первых, она интересна сама по себе, потому что это все-таки макромолекулярный комплекс совершенно строгого состава. Работы там достаточно, потому что там атомов много. В зависимости от того, рассматриваем мы ее целиком или две субъединицы, из которых она состоит, но это сотни тысяч атомов. Поэтому там всяких структурных проблем сколько угодно. Во-вторых, потому что она ведет, казалось бы, очень простую химическую реакцию, катализирует, но до сих пор ее механизм на сто процентов не понят. И просто вот соединение двух аминокислот, пептидной связи, и наращивание этой полипептидной цепочки белка. С этим связано много-много всяких других процессов, которые идут на этой самой рибосоме. В общем, это целый такой мир, мир химии, мир химических молекул...

Т. Б.: Молекул в конечном итоге.

А. Б.: Мир химических проблем, связанных и с реакцией, и с катализом, и с термодинамикой. Вообще, так сказать, динамика, потому что структура динамическая, она все время через себя протаскивает другие

макромолекулы. На самом деле я бы сказал, что очень многие люди, очень многие мои коллеги, столкнувшись с рибосомами, уже до самого конца ей не изменяли. Хотя были известны примеры, когда люди уходили в другие области и работали там исключительно успешно. У меня есть такая теория из области истории науки, что все лучшие молекулярные биологи произошли из тех, кто занимался биосинтезом белка. Сейчас мне поручили представить одного, вот конгресс будет в Петербурге — FEBS*, Федерация европейских биохимических обществ, там я должен буду представлять на лекции одного нобелевского лауреата. Он Нобелевскую премию получил совсем за другое, за то, что он показал, что гены на самом деле прерывистые, у них есть значащие и незначащие участки, а потом происходит склеивание информационной РНК, сплайсинг. Но он тоже занимался, я буду опять это обязательно пропагандировать...

* Federation of the European Biochemical Societies

Т. Б.: Эту теорию?

А. Б.: Потому что он пришел тоже из биосинтеза белка, в молекулярной биологии это называется трансляция, из трансляции.

Я в свое время, конечно, сделал довольно большую ошибку, потому что у меня была возможность на моей американской стажировке заниматься рибосомами, но я нацелился на совершенно другое. В общем, эту возможность упустил. Я мог бы поработать с очень интересным человеком. Буквально в той же большой лаборатории, в которой я стажировался, у него была группа, и Уотсон был по соседству со всеми этими людьми. Там-то я к нему ходил на семинары все время, так что это я не упустил...

Т. Б.: Да, были в курсе.

А. Б.: Они у меня все время были в поле зрения, но там еще можно было кое-чему научиться, кое-что сделать. Собственно говоря, когда я вернулся в 67-м году, то уже моя собственная работа была уже вокруг рибосомы.

” Мы занимались тем, что в наших условиях, в обычной химической лаборатории, без особой стерилизации растили бактерии, выделяли из них рибосомы и занимались тем, что смотрели, как устроена РНК, как РНК, которая находится в свободном состоянии, отличается от РНК, которая находится внутри.

Мы показали, что она очень компактно уложена и что белки отвечают за эту компактизацию. Потом мы стали изучать всякие поверхностные участки РНК, поскольку они должны были быть функциональными. Главное, конечно, что меня интересовало, это была рибонуклеиновая кислота рибосомы, ее функции. И надо сказать, что это немножко отличалось от общего интереса, который тогда был, потому что люди очень сильно продвинулись в изучении белков рибосомы. Тут просто создавались совершенно новые технологии, новые подходы, которые потом на все распространились: биохимию, молекулярную биологию. Это разделение белков очень сложных смесей, их идентификация и все прочее. И складывалось такое впечатление, что все-таки в рибосоме главное — это белки, РНК — это какой-то такой...

Т. Б.: Вспомогательный механизм.

А. Б.: Нейтральный каркас такой, на который все это налипается, а белки, собственно говоря, и работают, поскольку все привыкли к тому, что все ферменты — это белки...

Т. Б.: Ну да, происходит синтез белков под действием...

А. Б.: ...что «жизнь есть способ существования белковых тел», как писал Фридрих Энгельс. Поэтому как-то

на РНК внимания обращалось мало, но это, конечно, в какой-то степени почерпнул я и от Спирина, которого, во всяком случае, когда-то РНК интересовало больше.

Методы работы с РНК. Сборка рибосомы

Поэтому мы придумали какие-то методы тоже, как работать с этой РНК. Очень интересный был у нас период, когда мы работали в тесном контакте с замечательным электронным микроскопистом Виктором Дмитриевичем Васильевым. Это был скромнейший человек, как говорят теперь, совершенно не раскрученный, хотя делать такие микрофотографии рибосом, которые он делал, никто больше в мире не мог. Но его все время затапывали американцы, которые делали гораздо более слабые работы и много неправильных. Мы с ним делали очень хорошие работы, мы придумали как на...

Надо сказать, что еще в те годы меня очень интересовала такая штука, как реконструкция рибосом из РНК и белка. Этим я еще начал заниматься у Спирина. Мы вообще были первыми, кто показал, что принципиально возможно взять РНК (правда это была не РНК, а РНК, частично облепленная белками), потом добавить недостающие белки и получить целую рибосому. А наш конкурент, такой совершенно выдающийся японец Номура, Масаясу Номура, который работал в Америке, собственно говоря, у него у первого были какие-то намеки... Мы-то взяли его работы, на основе этих работ показали, что такая конструкция возможна. А у него была задача сделать это из абсолютно чистой РНК без всяких белков, [взять] отдельно белки, найти условия, в которых они объединяются. У вас из РНК, в которой три тысячи нуклеотидных остатков, и тридцати пяти белков собирается эта субчастица рибосомы, которая функционально активна, ничем не отличается от...

Т. Б.: От природной.

А. Б.: Самосборка, что называется...

Т. Б.: И собрал он такую?

А. Б.: Собрал, да. У него работал один немец, который в течение, кажется, четырех лет (я с ним разговаривал, он мне кое-что рассказывал) проверял каждый параметр. Например, он по градусу проходил от двадцати градусов до сорока пяти градусов. Одна и та же у него смесь, одни и те же компоненты, вот он меняет температуру. Потом он меняет, скажем, концентрацию хлористого калия или хлористого аммония, потом он меняет концентрацию ацетата магния...

Т. Б.: Сколько работы! Ужас.

А. Б.: Жутко, была вот чисто такая... Говорят, что только немцы могли такую сделать.

Т. Б. (смеется): С японцами, наверное, вкуче, потому что они тоже такие въедливые.

А. Б.: В комбинации с японцами, с Номурой. Они, конечно, сделали это дело первыми. Потому что когда я кончил работать у Спирина, у него там еще продолжалась работа в этом направлении. Это все сделал, конечно, Номура. Эти мерзавцы, Нобелевский комитет, ему никогда даже Нобелевской премии не дали.

Т. Б.: Да, это такой прорыв.

А. Б.: Конечно. Мы это все научились потом уже по Номуриным статьям...

Т. Б.: Это уже в конце 60-х? Или уже начало 70-х?

А. Б.: Нет, он это сделал уже в конце 60-х. Рибосома из двух субъединиц состоит, большой и малой. Сначала сделали малую субъединицу, потом сделали большую субъединицу, то есть можно было их вместе объединить, и тогда это уже нормальная, синтезирующая белок рибосома. Вообще говоря, только для того, чтобы воспроизвести эти работы, научиться, должны были у нас появиться такие люди, с замечательными руками, которые все это могли сделать. Но это было у нас всегда, так сказать, в нашем

арсенале, система реконструкции из отдельных белков и РНК. Поэтому мы могли, например, делать такие вещи: мы вставляли в определенные участки РНК, обычно на концы, есть там такие модифицированные нуклеотиды, вставляли химические группы, иногда очень простые, например, нитрофенильная группа, при которой вырабатываются антитела. Если у вас есть РНК, на ней в определенной точке сидит нитрофенильная группа, вы даете антитело, то оно к нему прикрепляется. А вот антитело... Собирается рибосомная субчастица из модифицированной РНК, дается антитело, и дальше в электронном микроскопе можно точно сказать, куда на этой всей частице оно прикрепилось. Это так называемая иммуноэлектронная микроскопия. Этой топографией мы занимались очень успешно. Это работы были уже конца 70-х годов, мы публиковались в начале 80-х годов, но их долго-долго цитировали до тех пор, пока не был сделан уже в 2000 году полный рентгеноструктурный анализ рибосомы, то есть молекулярная структура. Тогда это уже никому не интересно, нас упомянули в начале, в первых работах, и с тех пор нас, конечно, уже никто не цитирует, хотя это попало в учебники.

Такое было время, очень горячее и интересное. Тогда главным человеком, который у меня этим занимался в лаборатории был Иван Николаевич Шатский. Он до сих пор в институте работает, у него уже давно своя собственная лаборатория, очень успешно работает. Вместе с Васильевым, с Шатским и с целой плеядой молодежи был очень плодотворный период. Я считаю его, хотя это уже никто и не цитирует, и все это забыли, самым таким пиковым. Потом много чего уже было сделано, но для меня почему-то эмоционально это самый пиковый.

Т. Б.: Это 70-е годы...

А. Б.: По-моему, в 77-м году мы первую работу опубликовали, года до 83-го все, что можно, мы из этого метода тогда выжали.

Положение матрицы на рибосоме

Т. Б.: А в какую сторону затем развивалась мысль?

А. Б.: Я бы так сказал, что дальше мы поняли, что нужно заниматься на очень хорошем уровне. Мы применили метод иммуноэлектронной микроскопии для того, чтобы найти матрицу на рибосоме, где она там сидит. Потому что это один из центральных вопросов, как рибосома протаскивает через себя матрицу, в которой записана генетическая информация. Она ее тянет, как магнитную ленту, и с нее считывает текст. И вот где она сидит, как она сидит — вот мы впервые тоже... В общем-то, работа, которая у нас хорошо когда-то цитировалась, ее в учебники все помещали. Это где находится матрица.

Т. Б.: Так, и где же, оказалось?

А. Б.: Исстари было известно, что она сидит на малой субчастице, но мы показали, что там есть такой для нее каналчик, в который она укладывается, делает такую петлю. Мы ее называли петля Шатского, есть петля Нестерова, да...

Т. Б.: Да (*смеется*).

А. Б.: Но это явно не прижилось. Хотя потом, когда сделали уже рентгеноструктурный анализ и увидели эту матрицу на молекулярных моделях с атомным разрешением...

Т. Б.: И петля там была?

А. Б.: Все воспроизвелось, теперь это просто само собой разумеется, понимаете, петля и петля.

Т. Б.: Собственно говоря, это та часть молекулы, которая несет информацию?

А. Б.: Да, она синтезируется на ДНК, потом она связывается с рибосомой на своем определенном участке...

Т. Б.: И передает эту информацию...

А. Б.: И рибосома начинает ее протаскивать через себя. Информация эта читается уже...

Т. Б.: Для синтеза белка.

А. Б.: Для синтеза белка. Она читается такими адапторными молекулами, транспортными РНК, которые на своих концах несут аминокислоты. По генетическому коду, если у вас есть сигнал для аминокислоты-1, в нужном месте на рибосоме встает аминокислота-1, потом следующий сигнал для аминокислоты-2...

Т. Б.: Встает два.

А. Б.: Встает два. И происходит реакция образования пептидной связи и так далее. Все это надо действительно на пальцах объяснять, но это очень сложный процесс. И много в этом участвует еще всяких дополнительных белков. Энергетически это очень интересно, там кинетика и термодинамика, все что угодно, там все очень необычное.

Т. Б.: Да, там вообще столько процессов...

А. Б.: Когда сейчас в связи с нанотехнологиями люди очень увлекаются молекулярными машинами, и уже рибосома как молекулярная машина тоже не очень тривиальная. Она же все время расходует энергию, но расходует энергию не для того, чтобы какие-то связи образовать, а расходует для того, чтобы весь процесс развивался в определенном направлении, чтобы вектор у него был четкий, не туда-сюда все это было. Чтобы все это шло по вектору, там закрепляются конформационные промежуточные состояния.

Т. Б.: То есть потребляет энергию не для себя, а для дела?

А. Б.: Да, для дела, конечно. Такая вещь, например, как индивидуальная молекула, информационная РНК, в которой есть совершенно определенная информация для определенной цепи, записывалась. Скажем, в начале 80-х годов для таких экспериментов это было практически недоступно. Здесь нас уже выручило то, что появилась генетическая инженерия, что их можно долго получать генно-инженерным путем. То есть мы стали делать матрицы совершенно определенной структуры. И вот где свои тоже химические знания употребили. Когда я говорил, что она там идет по этой бороздке, на самом деле она шейей называется, так сказать, петля вокруг этой шеи идет, это все некая общая картина. А нужно было во всем этом разобраться, так сказать, с таким нуклеотидным разрешением, когда вы смотрите, какой нуклеотид где, с кем взаимодействует этот кирпичик один в этой матрице, с чем он взаимодействует в рибосоме. Тут уже идеология была такая, что мы вводили в эту информационную РНК, которую мы могли сделать уже сами, генно-инженерным путем по определенному плану, мы вводили туда такие аналоги нуклеотидов, которые при облучении ультрафиолетовым светом активируются. И можно было их ковалентно присоединять к тому, что находится рядом с ними, и потом пытаться идентифицировать с чем они... Конечно, это тоже был какой-то большой шаг вперед, потому что нужно было уже уметь копаться внутри этой рибосомной РНК, внутри рибосомных белков, разбираться, что к чему относится. Так что тут кое-что нам удалось придумать из техники. Например, как такую огромную РНК разрезать в четко определенных местах.

Т. Б.: И как?

Как разрезать РНК?

А. Б.: Я должен честно сказать, что исходно идея была не наша, а одного человека, который сейчас большой человек в Российском фонде фундаментальных исследований. Он там занимается такой работой, более-менее бумажной, Валерий Дмитриевич Смирнов, отделом заведует. Эта идея его посетила, он ей поделился, мы обсудили. Потом уже мы вместе, он тоже участвовал, и использовали его аспирантов, вирусологи нам нужны были с их вирусными РНК. Идея заключается в том, что есть такое понятие как комплементарность. Вот есть одна цепочка нуклеиновой кислоты, а другую цепочку нужно сделать, которая ей комплементарна, так что те же самые нуклеотиды, которые двойную спираль образуют парой,

и тут как бы на РНК делаете такой маленький комплементарный кусочек, двухспиральный кусочек ему комплементарный. Одна своя цепь, а другая — синтезированная. Причем синтезированная — это РНК, делается из дезоксинуклеотидов. Значит, это маленький фрагмент ДНК, комплементарный к определенному участку РНК. Собственно говоря, Валерий Дмитриевич эту идею привез с какой-то конференции, где он услышал, что есть фермент, который специфически расщепляет такие — они называются гибридами — ДНК-РНК гибриды, не трогает РНК отдельно, не трогает ДНК отдельно, а расщепляет этот гибрид. И на этой основе берется огромная РНК, двум кусочкам делаются эти самые...

Т. Б.: Комплементарные...

А. Б.: И надо вырезать как раз только вот эту часть.

Т. Б.: Как интересно. Такая задумка хорошая.

А. Б.: И вот эта вот метода как раз нам очень сильно помогала, когда мы начали потом уже копаться в очень точном нуклеотидном разрешении посадки матрицы на РНК, потому что когда это сшивается, потом нужно эту сшивку найти в РНК. И у нас были конкуренты. Надо сказать, что конкуренты у нас все провалились. Было очень забавно, мы все время с ними спорили. Наша была лаборатория и две американских, у них получились другие результаты. А мы, надо сказать, уже подошли с вами к концу 80-х годов и к началу 90-х, катастрофическому времени. Чтобы с этим работать, нужны очень хорошие ферменты, нужна очень хорошая метка радиоактивная, которая полностью куда-то исчезла тогда, и много-много всего другого...

Т. Б.: А хорошие — значит дорогие.

Сотрудничество с Институтом молекулярной генетики Макса Планка

А. Б.: Я уж не говорю о том, что отъезды начались уже в это время. Но нам очень сильно повезло: мы вошли в контакт с замечательными людьми из Германии, из Западного Берлина, из Института молекулярной генетики Макса Планка. Это был еще только 89-й год. Один из этих людей, наших будущих друзей и коллег, приехал в Москву на какую-то конференцию. Я даже в это время не был, он познакомился с ребятами из нашей лаборатории. Они ему рассказали, что они делают. Он говорит: «Мы делаем примерно то же самое», — и сам предложил объединиться, сотрудничать. И мы с ними сотрудничали до тех пор, пока главного нашего коллегу, Ричарда Бримакомба, не отправили в шестьдесят пять лет, в расцвете сил, на пенсию, как это у них полагается. Но потом там с другим, так сказать, более оборотистым человеком еще сотрудничество продолжалось, потому что ему тоже потом стукнуло шестьдесят пять, ему сейчас уже лет семьдесят с небольшим, но он до сих пор еще где-то там, какие-то позиции есть.

Т. Б.: Удержался как-то.

А. Б.: Но сейчас это уже все закончилось, но в начале 90-х годов...

Т. Б.: А в чем заключалось это сотрудничество? Вы туда ездили?

А. Б.: Оно заключалось вот в чем. У нас был абсолютно общий план работы. Мы занимались одними и теми же информационными РНК.

Т. Б.: То есть какое-то разделение труда было, да?

А. Б.: Да. Их как раз наша конструкция очень привлекла, она их устроила. И у них была радиоактивная метка, у них были очень хорошие методы идентификации тех точек, к которым происходит ковалентное пришивание. Там была маленькая лаборатория, было буквально... Кроме самого Ричарда, который руками не работал, была у него одна сотрудница на полставки, полдня она работала, правда, очень опытная,

и какие-то, может быть, один-два человека еще присоединялось из его лаборатории. А в основном жизнь заключалась в том, что наша команда из двух-трех человек, иногда четырех, что-то делала здесь, заготавливалась, потом выезжала с этим в Берлин и в абсолютно идеальных условиях... И там как-то жить им было хорошо. Я там тоже очень много времени провел, так что все это на моих глазах происходило. Там был прекрасный guest house*, где прямо рядом с институтом, часть института...

* Гостевой дом

Т. Б.: Как здесь ходите, да.

А. Б.: Нет, ближе гораздо, просто из одной двери в другую.

Т. Б.: Как хорошо.

А. Б.: К нему был приделан корпус маленький, это была гостиница для приезжих ученых. Так что там все жили, и работа рядом, все рядом. Вкалывали с утра до вечера. Там мы получили грант специальный от Фольксвагена, получили гранты от DFG*, еще чего-то, у них была хорошая поддержка. То есть в это время люди еще поправляли, прямо скажем, свое материальное положение.

* Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) — Немецкоенаучно-исследовательское сообщество.

Т. Б.: Конечно.

А. Б.: Вы помните, что было в начале 90-х...

Т. Б.: Ужас, ужас...

А. Б.: Было очень тяжело. Во-вторых, они привозили сюда реактивы, они привозили сюда метку радиоактивную.

Т. Б.: И здесь продолжали и заканчивали то, что не успели там.

А. Б.: Я бы сказал так, что заканчивали в основном там, потому что уже самые чистые эксперименты, и ведь нужно, чтобы это было все интеллигентно, все эти радиоавтографы получены на очень хороших материалах, на пленках, там все это...

Т. Б.: Зафиксировано.

А. Б.: Очень хорошо мы тогда публиковались, потому что Ричард был англичанин. Он прекрасно писал статьи, то есть мы ему писали, потом он говорил: «Хорошо, теперь я это переведу на английский», — по-английски писали.

Т. Б.: Понятно (*смеется*). Конечно, если он его родной, так он по-другому напишет.

А. Б.: И вообще это прекрасный институт, он до сих пор существует. Когда-то он занимался целиком рибосомами, весь институт. То есть человек, который его организовал, такой Витман, был рибосомщик, и там сплошь были... Мы уже застали такое время, когда Витман умер, поэтому там осталось всего две-три рибосомных лаборатории, потом их вообще вытеснили в другой корпус. Они занялись там геномом человека — опоздали, потом геномом мыши — тоже опоздали, еще какой-то, не знаю. В общем, там начались противоречия, но нас это не касалось. Там была великолепная библиотека. Там все просто было устроено для жизни, все очень строго, очень чисто, работа с изотопами контролируется так, что...

Так что это были идеальные условия, совершенно замечательное отношение к нашим людям. Надо сказать, что они себя тоже показывали просто прекрасно. Немцы всегда подшучивают над своим образованием, потому что там учатся очень долго. И они говорят, что первое, что их потрясло, что когда кто-то приехал, по-моему, нынешняя заведующая кафедрой первой поехала, Оля Донцова первая туда начала ездить, что когда ей нужно было приготовить десятипроцентный раствор, она взяла 10 граммов и 90 кубиков воды. Потому что любой немецкий студент берет 10 грамм и добавляет 100 кубиков воды.

Т. Б.: Как же они так считают?

А. Б.: Понять, что люди приезжают, элементарно могут любую концентрацию рассчитать, соотношение, там же сложнейшие смеси реакционные нужно...

Т. Б.: А для них это представляет трудности?

А. Б.: Их это поражало, что ему не нужно это все расписывать, все объяснять. Так что это было замечательное сотрудничество, которое, конечно, нам очень помогло.

Т. Б.: Да, и в самое такое время жуткое...

А. Б.: На этом столько воспиталось хороших людей. Конечно, большинство из них потом уехало. Через ту же самую Германию, либо прямо в Америку, кто-то ушел здесь в бизнес, несколько очень хороших ребят, которые там стажировались. Но это было правило: каждый аспирант, каждый молодой сотрудник у нас проводил там три-четыре месяца в общей сложности. Очень хорошо работал, привозил хорошие результаты, поправлял материальное состояние, тем более это еще было до того, как они перешли на евро, когда все вдвое подорожало. В Западном Берлине было все замечательно, так что они там и мир смотрели, и...

Т. Б.: И работу делали.

А. Б.: Прекрасные были у них всегда семинары в этом институте, знаменитые. И в языке как-то совершенствовались, правда, по-немецки в институте не говорят, по-английски говорят в этом институте, говорили, во всяком случае.

Премия Гумбольдта

Потом у меня был такой период, такой момент очень важный, когда мне дали Гумбольдтовскую премию. И я там должен был провести в общей сложности восемь месяцев. Вообще говоря, теоретически полагалось там восемь месяцев отсидеть от начала до конца, но я это все разбил, наверное, на четыре части. Самое длинное был там, наверное, три месяца на месте. Причем тоже так очень хорошо, потому что они заботились, находили квартиру, так что ездил я с женой и с собакой даже один раз...

Т. Б.: Ой, как хорошо.

А. Б.: Прямо из Москвы на машине туда уехали.

Т. Б.: Да? Как здорово!

А. Б.: Можно было, конечно, поехать по Германии, посмотреть. В общем, это был очень светлый период.

Т. Б.: Да, это в какие годы примерно?

А. Б.: Где-то первая статья была, я думаю, в 91-м году, значит, началось, наверное, в 90-м, да, и все это кончилось постепенно где-то в 7-м, в 8-м году.

Т. Б.: Большой период.

А. Б.: Больше пятнадцати лет. То есть много, очень много, я бы сказал, просто поколение через них прошло.

Т. Б.: Да. А с Гумбольдтовской стипендией в какие годы вы там были?

А. Б.: В 2000 году это. Это не стипендия, это премия — это большая разница.

Т. Б.: Премия, да. И в 2000-м вы эту...

Рентгеноструктурный анализ рибосомы и конфликт между нобелевскими лауреатами

А. Б.: Да, до этого я туда ездил обычно на недельку где-то, почти каждый год, может быть, раз в два года. А там я пробыл несколько раз по... Потому что там тоже началось такое золотое время для рибосом. Значит, в 2000 году появилась атомная структура рибосомы сразу в трех лабораториях, в четырех даже, сделанная с атомным разрешением. Оно, конечно, условное, потому что реальное разрешение в рентгене было самое лучше два с половиной ангстрема, от двух с половиной до трех ангстрем. То есть рибосому давно научились кристаллизовать. В кристаллизацию рибосомы очень много внесли пуштинцы, спириинская лаборатория. Они пытались сделать рентгеноструктурный анализ еще в конце 80-х годов сами, вместе с французами. Но французы не потянули, и надо сказать, что они совершенно были не виноваты. А дело в том, что просто от 90-го до 2000 года произошло колоссальное развитие метода, главным образом математического аппарата, но не только математического аппарата, так сказать, сами методы получения этих рентгенограмм очень сильно изменились. Уж обработка, конечно, тут был колоссальный скачок. Французы тогда еще не могли вытянуть.

А потом где-то в середине 90-х годов несколько сильных лабораторий просто взяли те методы, это все было опубликовано в Пушцино, ничего не скрывали, они взяли их методики кристаллизации. Некоторые люди наши туда тоже уехали, конечно, как полагается. Такой Марат Юсупов, который сейчас процветает во Франции. Он тогда поехал в одну из этих лабораторий в Америке, там они работали.

Самое главное, что как-то за это взялись действительно две суперсильнейших лабораторий. Причем они в это дело долго не вступали по этическим соображениям, потому что главная рентгеноструктурная лаборатория, которая все время продолжала это систематически делать, это была такая Ада Йонат. Она и сейчас есть, она Нобелевскую премию получила. Она сейчас будет выступать у нас в Питере на конференции... Ада Йонат — это израильская дама, у которой тоже были лаборатории в этом институте Макса Планка, где мы работали. Еще она с какими-то американцами всегда связана, у нее тоже были эти кристаллы. Причем у нее своя была метода их получения, потому что она имела возможность работать с двумя очень необычными микроорганизмами. Одни — это которые живут в Мертвом море, в соли страшной, то есть у них очень стабильные рибосомы, более стабильные, чем классические. А другая — еще более интересная «букашка». Она живет в атомных реакторах при жутких дозах облучения. Она так и называется *Deinococcus radiodurans*, устойчивая к радиации. Поэтому у [Ады Йонат] были такие довольно экзотические рибосомы, она их могла кристаллизовать. Были кристаллы, она все время что-то получала, ничего не могла с ними сделать, ничего. Работы все время были неясные. Как мне потом рассказывали классики-рентгеноструктурщики: «Мы ждали-ждали, увидели, что Ада сделать ничего не может, — надо браться за дело». И они сделали. Примерно за пять лет сделали, опубликовали все это в 2000 году, но опубликовали вместе с ней.

Т. Б.: Так что ее включили в авторы.

А. Б.: Нет, все было сложнее. Они считали, что их статьи первые... Один работал в Англии, Венкатраман Рамакришнан, он англичанин. Другой — Томас Стейц, который, можно сказать, всю молекулярную биологию через себя пропустил, все основные ферменты, все основные структуры. Он для них для всех сделал структуры, оставались только рибосомы. Они между собой, конечно, очень сильно контактировали. У них было разделено: один работал с малой субчастицей, другой с большой субъединицей. А Ада делала всё вместе. С ней они не контактировали. Они считают, что когда они послали свои статьи в «Nature», «Science», во все эти самые [журналы], то она была рецензентом. Поскольку у них тоже много чего было, только они не знали, как это интерпретировать, как это... Не было среди них такого класса специалиста по рентгеноструктурному анализу (это их гипотеза, я ничего не знаю). Они решили, что она все-таки, увидев эти структуры, очень быстренько довела то, что у нее было. У нее все это было, только нужно было правильно это интерпретировать. Кое-что она поторопилась, они потом всячески ее тыкали носом. Короче говоря, отношение у них к ней абсолютно отрицательное. Они не верят, что это она сделала без их работ. Ее работа вышла, скажем, на две недели раньше их публикаций, но это все было

в 2000 году в течение нескольких месяцев. Они ей устроили обструкцию. Она вместе с ними получила Нобелевскую премию.



Нобелевские лауреаты Томас Стейц, Ада Йонат и Венкатраман Рамакришнан на пресс-конференции в Шведской королевской академии наук. Стокгольм, 2009. Источник фото: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nobel_Prize_2009-Press_Conference_KVA-03.jpg

Т. Б.: Так вместе же...

А. Б.: Они считают, что там был четвертый человек, но четверым же не дают...

Т. Б.: Четверым не дают.

А. Б.: Был такой Харри Ноллер. В общем-то, ему нужно было давать Нобелевскую премию, а не ей. Не знаю, я думаю, что они неправы, потому что она все время, так сказать, на этом сидела, работала, проблему эту всю в руках держала. Вот. А там они ее просто не замечали. Были нобелевские лекции, где они друг о друге все время что-нибудь рассказывали, а ее как будто бы нет. Я потом в интернете смотрел эти лекции, она так нервничала, путалась. В общем, они ей устроили «козью морду», можно сказать.

Т. Б.: Да, смутили женщину.

А. Б.: Там началось со скандала. Она в своей нобелевской лекции своих сотрудников не упомянула, и ее сотрудники с этого уже раута, когда им все дают, взяли и уехали демонстративно. Ладно, это уже околонуучная жизнь.

Т. Б.: Да, но это тоже жизнь.

Проверка результатов с помощью рентгеноструктурного анализа. Статья «Judgment Day»

А. Б.: Да, так почему я сейчас об этом вспомнил. Потому что появилась структура с атомным разрешением, и хотелось все, что мы до этого делали, посмотреть методами гораздо более низкого разрешения.

Правильно мы жили и работали, где мы угадали. Мы же тоже занимались, по сути дела, топографией. Вот мы зачем-то по звездам определяем, где находится Индия, где находится Мексика, а тут вам дают глобус, на котором они лежат, вот можно было... И мы куда-то там тыкали, туда мы тыкали или нет? И мы очень быстро... У меня тогда уже очень сильно вырос Петр Владимирович Сергиев. Сейчас он уже профессор, еще достаточно молодой, ему сейчас лет тридцать шесть, наверное. Он давно докторскую защитил. Он человек очень организованный и толковый. И мы засели здесь, еще в Москве, и сделали первый анализ именно этих вот шил. Там миллион был всякой-разной информации, мы взяли только ковалентное сшивание, наше и тех лабораторий, с которыми мы конкурировали.

Т. Б.: И что оказалось?

А. Б.: Статья у нас называлась «Судный день» — «Judgment Day»*...

* *Sergiev P. V., Dontsova O. A., Bogdanov A. A. Chemical methods for the structural study of the ribosome: Judgment day // Molecular Biology. — 2001. — Vol. 35, no. 4. — P. 472–495.*

Т. Б.: Да, проверка.

А. Б.: Оказалось, что всех можно было ранжировать. В общем, те ребята совершенно впустую проработали, они не угадали практически ничего. Мы их критиковали, что у них методы плохие, и оказались правы.

Т. Б.: Это вы про кого?

А. Б.: Мы тоже в некоторых случаях «проврались», но много было определено правильно. Но самое интересное, что я и так мог сказать, кто из моих аспирантов и молодых сотрудников работает замечательно, а кто очень хорошие люди, но руки все-таки не те. Это все совершенно четко стало видно. Есть одна девушка, какая она девушка, у нее во Франции уже большая лаборатория, Света Докудовская, которая угадала все. Но она, правда, единственная в мире, которая не сделала ни одной ошибки. Все, что она определила, было в точку, потому что там просто смотришь на структуре, где это все лежит. Были хуже. Были такие, которые не угадали практически ничего. Хотя мы этого в то время не подозревали. Короче говоря, для такой работы появилась... Это, конечно, очень кропотливый труд.

О работе Ричарда Бримакомба

Почему я так подолгу сидел в Берлине? Потому что там у Бримакомба (специально платил большие деньги и покупал технику необходимую) была разработана очень хорошая компьютерная программа для анализа всего этого и для получения картинок, все это в 3D можно было посмотреть...

Т. Б.: Визуализация, как сейчас говорят.

А. Б.: Можно залезать вовнутрь. Визуализация была замечательная, то есть на этом сидел специальный человек. Почему это тоже интересно, так сказать, с точки зрения психологии? Ричард был уверен, что рибосому можно сделать и без рентгеноструктурного анализа на основании всяких топографических результатов, большого-большого количества определения расстояния и местонахождения двух точек в разных местах, плюс что-то из иммуноэлектронной микроскопии. В общем, если все это собрать, то можно построить модель, и он строил такие модели. Он завел для этого и этого человека, и всю эту технику. Они строили такие модели, публиковали их и угадали очень много, но не все. И когда он уже был совсем близок к концу, — все дело в том, что он очень сильно зависел от электронных микроскопистов, — его работа сильно застопорилась, потому что электронный микроскопист, с которым он работал, — один англичанин, он сначала был в Германии, потом в Англию уехал, потом у него явно крыша съехала, там какие-то семейные проблемы, — не выдавал ему данных, куда можно было бы все это вписывать. И в этот момент появился рентгеноструктурный анализ. Мы это восприняли как праздник. Когда я был совсем молодым и начинал работать с рибосомой, то я своему другу, с которым у Спирина работал, говорил: «Представляешь, Рустем, может быть, мы доживем до этого времени, когда будет

атомная структура рибосомы, где мы будем знать, где все это находится». Он биолог, он не мог по-настоящему все это прочувствовать. А тут это все случилось, для нас это был праздник. Для них же это была полная трагедия.

Т. Б.: Ну да, он немножко не успел...

А. Б.: Он фактически бросил после этого работать. Он стал сворачивать свою лабораторию, хотя до пенсии ему оставалось несколько лет. Он решил, что вообще жизнь его прошла впустую. Он так напрямую мне это говорил. Я его пытался разубедить, потому что, действительно, они где-то немножко на него сослались вначале. Причем для меня был очень важный вопрос... У них в руках были все его статьи с большим количеством данных этой топографии, топологии: где, что и как...

Т. Б.: Правильных...

А. Б.: Нет, просто о чем говорит биохимия, всякие предсказания компьютерные. Я их всех спрашивал: «Венки, скажи мне как на духу, — я вот этому Рамакришнану, — я никому не скажу, ты пользовался моделью Ричарда?» Еще не законченной до конца, но там очень много уже было опубликовано. Он говорит: «А зачем?» Зачем рентгеноструктурщику какие-то модели, когда он получает из знаков, из своих этих всех рефлексов эту структуру и вписывает туда. «Но, — говорит, — после того, как закончили, кое-что посмотрели».

Т. Б.: Удостоверились.

А. Б.: Да, и на него сослались, что это он правильно предсказал. Стейц тоже говорил, что он не понял вообще... У меня такое впечатление, что он даже этих статей Ричарда не читал. Вот так для человека может все закончиться трагически. У него садик, огородик, у него дом под Потсдамом, поэтому он совершенно спокойно ушел в шестьдесят пять лет, которые ему уже через несколько лет исполнилось.

Симпозиум по количественной биологии

Но была интересная история, которую я могу рассказать. В Америке есть такое знаменитое место Cold Spring Harbor, где находится знаменитейший институт. Он называется The Cold Spring Harbor Laboratory. Это такой мощный институт, который занимается молекулярной биологией, генетикой и так далее. И там устраиваются традиционные, очень престижные симпозиумы. Они так называются по старинке «по количественной биологии», но вообще вся молекулярная биология прошла через эти симпозиумы. И когда по рибосоме в 2003 году такие события произошли, решили в том году целый симпозиум посвятить рибосомной тематике. Туда все рибосомщики съехались, и Ричард, разочарованный в жизни. У меня доклад, у него доклад. Он говорит так: «Ты, пожалуйста, рассказывай эксперимент, у тебя много данных, а я буду обсуждать Петину статью «Judgment Day». И как он себя повел. Он говорил: «Вот ты, Барри Куперман...», — он был вице-президентом Университета в Пенсильвании, высокий, красивый, важный. Он ему говорил: «Барри, сколько раз мы тебе говорили...» А это абсолютно не принято в Америке. Народ сидел, разинув рот, и не знал, смеяться или что... «Сколько раз мы тебе говорили, что нельзя работать этим методом. Вот смотри, где ты помещаешь эти два нуклеотида, и вот где они находятся на самом деле».

Т. Б.: Это в соответствии с вашей статьей?

А. Б.: Прямо на симпозиуме, да. Тот сидит, краснеет, бледнеет. Потом второй. Второму человеку он говорит: «А тебе мы сколько раз объясняли, что нельзя таким образом идентифицировать места сшивков, всё у нас данные не сходились. Теперь смотри, вот где на самом деле, а вот где у тебя».

Т. Б.: Да, устроил им судный день.

А. Б.: Американцы это не любят. Шок был, конечно, полнейший. Потом Барри говорит: «Алекс, мы же с тобой друзья, как же так?» А я говорю: «А что я могу сделать? Истина дороже, правда?»

Т. Б.: Конечно! Но вы написали свою статью, а, как говорится, то, что он сделал — это он сделал.

А. Б.: Статья была в журнале «Молекулярная биология». Она на английский язык переведена, ее тогда еще мало кто читал.

Т. Б.: А он ее всем как раз...

А. Б.: Да, он говорил, что «вы все, кто тут сидят, обязательно прочтите эту статью, много интересного узнаете». Конечно, это такой был шок.

Т. Б.: Еще форма подачи, видимо, у него была такая, конечно...

А. Б.: Обычно человек рассказывает на семинаре в Америке, делает доклад. Люди сидят, между собой как-то перешептываются, кидают взгляды или показывают взглядом, что, мол, чушь собачья, но что бы кто-нибудь встал и сказал... Ну, зададут какой-нибудь вежливый вопрос: «А не кажется ли вам, что, может быть, это не совсем так, как вы нам здесь изобразили?» Нет, это совершенно не принято.

Т. Б.: Ну да, а здесь он с такой прямотой...

А. Б.: А тут он просто их, можно сказать, мордой по паркету...

Т. Б.: Отомстил!

А. Б.: Ну, что значит «отомстил»? Это не те люди, которые делали рентгеноструктурный анализ.

Т. Б.: Понятно, но он всему миру отомстил в такой форме, наверное, судьбе.

А. Б.: Он такой был человек необычный. Он нам один журнал, например, закрыл на всю жизнь. Мы туда послали статью, а они написали какую-то дурацкую рецензию. И он им написал ответ в таком плане, что «все вы тут дураки и идиоты, ничего в науке не понимающие». Очень престижный журнал.

Т. Б.: И они обиделись...

А. Б.: Ну, ответили ему, что «да, Ричард, может ты и прав, но больше не суйся в наш журнал, и все твои соавторы». Такие дела. Я должен сказать в заключение, что рибосомой мы занимаемся до сих пор. У меня сохраняется контакт, хотя это уже совершенно независимая от меня лаборатория, на кафедре с Петром Владимировичем Сергиевым. У него есть разные интересы, но там, где касается рибосомы, мы хорошо контактируем, и я у него оказываюсь соавтором. Мы по этому поводу с ним боремся, но он мне доказывает, что я имею право быть соавтором в его статьях. Я стараюсь, конечно, туда что-то такое внести, идеологическое. Но после «сидения» с этой самой структурой я придумал совершенно новый проект, в котором эта моя уже бывшая лаборатория не участвует.

Антибиотики

Т. Б.: Какой проект?

А. Б.: Он, как ни странно, связан с антибиотиками. На самом деле для рибосомщиков это не странно. Дело в том, что 50% антибиотиков, которые используются в клинике, бьют по рибосоме, это их мишень в клетке. Это первое. И второе: эти ребята, нобелевские лауреаты, которые сделали структуру рибосомы, они сделали в течение первых четырех-пяти лет примерно полсотни комплексов рибосом с антибиотиками, то есть с разрешением. Вы видите, где конкретно сидит антибиотик, с какими атомами он своими атомами взаимодействует...

Т. Б.: Кому он там мешает или помогает...

А. Б.: И кому он мешает. Но это гораздо более сложная проблема, потому что рентген — это все-таки не динамическая вещь, и то, что там видно, не объясняет всего. То есть очень многое объясняет по части того, почему бывают устойчивые к антибиотику микроорганизмы. Потому что это тоже изменение структуры рибосомы. Это все видно на рентгене, но не очень понятно, почему это изменение делает

рибосому устойчивой к антибиотику. И выясняется, что они, конечно, действуют гораздо хитрее, чем это вытекало из всех этих структурных исследований. Но нам это интересно. Мы с антибиотчиками связались не потому, что мы хотим, скажем, делать новые антибиотики или решать эту проблему устойчивости. Кстати, вы слышали про менингит в Московской области?

Т. Б.: Да.

А. Б.: Это вот, пожалуйста, тот случай, когда...

Т. Б.: Резистентность к антибиотику?

А. Б.: Резистентность, конечно, да. Стафилококки, которые туда попали... Я думаю, что там много всяких безобразий было.

Т. Б.: Ну, да. Антисанитария...

А. Б.: Конечно, еще до них не дошли те антибиотики, которые там надо было бы применить. Но то, что они применяли, наверняка по существующим прописям... У них был стафилококк, который к этим антибиотикам устойчив. Поэтому это так распространилось среди детишек. Сколько угодно случаев. У нас в Венесуэле погиб коллега, который этой проблемой тоже занимался. У него был такой пневмококк, против которого вообще ничего не могли найти...

Т.Б.: Против него...

А. Б.: Там все выглядело более трагично. Когда эти структуры были сделаны с антибиотиками, то эти люди... Рамакришнан и Стейц, конечно, Аду Йота не пригласили. Эти двое основали фирму.

” Действительно, там делают новые антибиотики по совершенно новой идеологии. То есть они видят, что с чем взаимодействует, и придумывают антибиотики, исходя из структуры. По-английски это называется «Structure-based drug design» — дизайн, основанный на знании структуры.

Я сегодня пошел послушать этого «Нобеля». Я думал, что он будет про это рассказывать, а он совершенно про другое говорил. В общем, время я потерял. Великий ученый, но было неинтересно. А они это делают. И у его друзей, венесуэльцы на этой фирме работали, у них были в руках антибиотики, которые могли бы ему помочь. Но они же не могли ему это все...

Т. Б.: Почему?

А. Б.: Потому что тогда всю фирму можно убить на этом деле. Они же все еще неразрешенные, они находятся на стадии...

Т. Б.: То есть их могли бы запретить за такое самовольство?

А. Б.: Фирму? Конечно, ее бы закрыли, ее бы просто ликвидировали. Это судебное дело и все, что угодно. Неразрешенные...

Т. Б.: Но человека бы спасли.

А. Б.: Ну, не знаю. Я бы тоже, наверное, по-тихому хоть что-то попытался сделать...

Т. Б.: А ваш проект направлен на антибиотики в связи с чем?

А. Б.: У нас он направлен вот на что. Значит, эти антибиотики... Когда белковая цепь синтезируется, то из всяких данных атомной структуры стало ясно, что есть такой туннель прямо внутри тела большой субчастицы рибосомы, по которому выходит полипептидная цепь. При этом происходит много всяких

интересных событий. И очень трудно изучать рибосому, в которой сидит эта цепочка. Она из нее либо выскочит, либо... В общем, такой стабильный комплекс сделать нельзя. Когда я сидел и смотрел на все эти структуры, у меня появилась идея, что можно взять антибиотик, потом химически к нему пришить эту полипептидную цепь и с такими комплексами работать. И это была у меня совершенно теоретическая разработка. Когда я вернулся из Германии, я не думал, что этим буду заниматься. Здесь у нас есть дамы, постарше и помладше, они были очень хорошие специалисты по пептидному синтезу. Я пришел с ними поговорить о том, насколько это реально или нереально. Они сказали: «Это все реально. Если хочешь, то мы это будем делать». В это время у них не было особой работы. И мы с ними работаем, ничего сверхъестественного мы пока еще не сделали, потому что нам нужно добиться, нам тоже будет нужен рентгеноструктурный анализ. В общем, жизнь продолжается.

Т. Б.: Понятно.

А. Б.: И очень сильно я влез во все эти проблемы с антибиотиками. Мне всегда это было интересно, еще со студенческих времен, потому что практику по химической технологии я проходил на заводе антибиотиков.

Т. Б.: Вот все откуда!

А. Б.: Мы там делали синтомицин и пенициллин.

Т. Б.: Да, интересно.

А. Б.: И всегда было интересно.

Т. Б.: А это где завод?

А. Б.: Сейчас уже ни одного завода нет, которые делают антибиотики в России.

Т. Б.: Да? У нас нет? Сами не делаем?

А. Б.: Фасуют кое-где. Нет, ничего не делаем. Ничего, ни одного.

Т. Б.: Это почему же так?

А. Б.: Фасовка китайских. Из Индии тоже получают. В Красноярске был огромный завод, он занимается фасовкой таблеток. В Саратове, что ли, еще...

Т. Б.: Беда-то какая.

А. Б.: А все, что мы кушаем... Имейте в виду, что антибиотики надо использовать только американского, швейцарского, немецкого производства. Они дорогие, но зато это антибиотики. Потому что та грязь, которую они нам впаривают...

Т. Б.: Все остальные источники...

А. Б.: Да вот. Если это прошло через какое-то наше такое... По идее, они должны были бы их дочищать в том же Красноярске. Но, насколько я знаю, это не делается, они не занимаются. Химзавод в Купавне тоже только фасует, там почище делают, но...

О результатах своей научной деятельности

Т. Б.: Да. Если про ваш научный путь подытожить, то как бы вы могли сформулировать в нескольких пунктах, так сказать, ваш собственный вклад. Может быть, пять-семь-восемь, сколько хотите пунктов.

А. Б.: Знаете, это будет опять целый отдельный разговор, потому что...

Т. Б.: А отдельными пунктами не получается? Разработка метода чего-то или теория, теоретическое

обоснование чего-то.

А. Б.: Во-первых, подавляющая часть этого связана все-таки с рибосомой. Из ранних работ это работы по частичной реконструкции рибосомы и работа по конформационной подвижности, по разворачиванию-сворачиванию рибосомы. Далее, цикл работ по иммуноэлектронной микроскопии, по топографии РНК в рибосомах. Цикл работ по направленному разрезанию. Затем цикл работ по топографии информационной РНК в рибосоме, связанные в основном с ковалентным сшиванием.

И я бы сказал, что есть такая концепция (я об этом ничего не говорил), но у нас по ходу нашей работы все время накапливались данные, что в рибосоме могут передаваться эффекты на очень большое расстояние. Сама она двести пятьдесят ангстрем, значит, вы можете произвести некую модификацию рибосомы в одном месте и на расстоянии сто ангстрем увидеть эффект. В принципе, сейчас уже существует огромное количество, не огромное, но целая группа данных, которые подтверждают то, что такие эффекты есть, что они очень важны для работы рибосомы, для этой всей динамической... Но нет никакого механизма, объясняющего, как это все это происходит.

В середине 90-х годов была у меня гипотеза (мы ее опубликовали, вполне прилично опубликовали), которая заключается в том, что этот сигнал конформационный передается через РНК. Передается за счет того, что один нуклеотид, который модифицируется или по которому происходит какое-то воздействие, меняет свою конформацию, после этого это передается на соседний с ним нуклеотид. По цепочке это может происходить на очень большие расстояния. Если это подтвердится, то это будет тоже очень серьезным достижением. Сейчас я пытаюсь на эту тему написать обзор, чтобы систематизировать все, что укладывается в эту гипотезу. Мы пытаемся это и проверить, но проверить очень трудно, потому что это нельзя сделать методом, скажем, рентгеноструктурного анализа.

Т. Б.: Да.

А. Б.: Потому что это динамический процесс, во-первых. Во-вторых, разрешение нынешнего рентгеноструктурного анализа не позволяет, потому что здесь сдвиги могут быть где-то в районе одного ангстрема, полутора ангстрем относительно друг друга...

Т. Б.: Потом конформационные эффекты здесь сложно засечь...

А. Б.: А здесь где-то два с половиной ангстрема и даже больше, три ангстрема. То есть они вам нарисуют что-то, конечно, но это будет с очень большой ошибкой. Поэтому все, что мы можем... Это итог — не итог. Это будущее. Все, что мы можем сейчас придумать на этот счет, — это конформационный анализ, который делается методами молекулярной динамики. То есть это чисто расчетная работа. И сейчас благодаря тому, что есть у нас доступ к «Ломоносову», суперкомпьютеру... А тут колоссальный счет. И так мы выбираем какую-то только часть в рибосоме, вырезаем такой вот туннель, но там все равно несколько десятков тысяч атомов. Чтобы все это посчитать, нужны колоссальные мощности. И у меня есть аспирант, который этой идеей увлекся и сейчас занимается таким конформационным анализом.

Т. Б.: Интересно.

А. Б.: Мы пока это все смотрим на сравнительно небольшие расстояния, где-то ангстрем на двадцать это может пройти. Опираясь на реальные данные, которые есть, экспериментальные.

Т. Б.: Как эффект домино такой.

А. Б.: Ну да, такая цепочка... Это известно в белках, хотя там тоже в маленьких сравнительно молекулах. Какие-то люди рисуют, но я бы не сказал, что я где-то видел четко доказанные работы, четко доказанные экспериментальные данные. Так что передача таких конформационных сигналов на большие расстояния — это то, что интересно сейчас.

Т. Б.: Да, это очень интересно.

О своих учителях и учениках

Алексей Алексеевич, я еще хотела задать вам несколько вопросов, околонучных, наверное, но тем не менее относящихся к научной жизни. Вот что самое главное вы почерпнули у своих учителей? Вы, наверное, считаете ими Михаила Алексеевича и Белозерского, в какой-то мере. Что вы почерпнули главного у своих учителей? Что вы считаете главным передать ученикам?

А. Б.: Понимаете, тут всякие красивые слова не хочется произносить, это все клише. Трудно придумать что-нибудь новое. Мне кажется, что самое главное — это не просто интерес к науке, который бывает, а интерес, переходящий в энтузиазм. Без этого ничего не сделаешь. Не хочется говорить про какое-то самопожертвование. Мне кажется, что это совершенно не обязательно.

Т. Б.: Нет, но должна быть увлеченность, энтузиазм.

А. Б.: Можно всегда так жизнь организовать, что и не надо никаких особых жертв приносить, наоборот, это будет интересно. Эта работа связана с новыми местами, с новыми людьми, с поездками на конференции. Все, что угодно, да. Но энтузиазм должен быть обязательно! То есть никакого равнодушия!

Я думаю, что от Михаила Алексеевича, безусловно, и от Спирина тоже я почерпнул. Вот Андрея Николаевича я не могу считать своим учителем. Я очень хорошо его знал, он ко мне замечательно относился, я заместителем его был какое-то время. Собственно говоря, мы в доме одном жили. Но я не могу его считать своим учителем, потому что в науке я у него не учился.

Мне кажется, что учился я как у старших, наверное, все-таки у трех человек. Это Александр Евгеньевич Агрономов. Это на уровне еще химфака. Не только практикум, я у него был в практикуме, но когда мы с ним вместе вели практикум. Тут он, пожалуй, еще больше меня учил, чем на третьем курсе. Это была очень трудная школа. Ну, Михаил Алексеевич и Спирин. Хотя, конечно, был миллион людей, которые учили чему-то еще. Елена Григорьевна Антонович, над вами портрет ее висит. Она меня учила руками работать и вообще жизни, дала много жизненных советов. Но я должен сказать, что я очень многому учился у тех людей, с которыми работал и которые были меня младше.

Т. Б.: А чему вы у них научились?

А. Б.: Чему? Скажем, не вешать нос никогда. Там были настоящие энтузиасты. Я всегда был экспериментатором, а потом у меня однажды появился аспирант Потапов из Киева, у которого, наоборот, были совершенно теоретические мозги. Я у него научился тому, что нельзя только экспериментировать, а надо еще что-то придумывать глубже, даже пускай это будут какие-то сумасшедшие гипотезы. Определенно, общение с ним на меня в этом плане повлияло.

Т. Б.: А что вы стараетесь передавать ученикам?

А. Б.: Не знаю. Прямо я ничего им не стараюсь передавать. Если они что-то от меня почерпнули... Понимаете, у меня есть убежденность, что далеко не все люди, которые с тобой работают, это твои ученики, во-первых.

Т. Б.: В общем, да.

А. Б.: Я уж не говорю о тех, с кем ты встречаешься в практикуме на семестр. Хотя и среди них кто-то потом может сказать тебе, что «вы были моим учителем». Это может быть. Ученик или не ученик — это может решить только человек сам, я этого не могу решить. Я считаю, что это люди, которые со мной работали, мы с ними вместе что-то делали. А дальше только они сами могут сказать, я им какой-то учитель, с маленькой буквы, с большой буквы, с какой хотите, или никакой я им не учитель.

Т. Б.: Про кого-нибудь вы знаете, что для этого человека вы учитель? Кого вы можете назвать?

А. Б.: Я знаю много таких людей, но...

Т. Б.: Кого-нибудь вы можете назвать? Кого вы считаете своими учениками, а они считают вас своим учителем?

А. Б.: Меня, например, считала своим учителем и всегда мне об этом твердила моя самая первая аспирантка. Она пришла с биологического факультета. К сожалению, она очень рано умерла. В Пуццино она очень успешно работала. Мария Несмеянова. У нее такая хорошая фамилия, дальняя родственница какая-то, седьмая вода на киселе. Ну, наверное, человек пять я могу назвать.

Т. Б.: Назовите, пожалуйста.

А. Б.: Понимаете, я не знаю, кто из них говорит искренне. Я знаю людей, которые никогда этого не произнесут вслух, хотя про себя так думают, даже знаю людей, которые так думают, но им не хочется это произносить вслух. Могут быть самые разные градации.

Т. Б.: Ну, хорошо. Не будем тогда никого смущать.

А. Б.: Нет, я не смущаюсь. Просто я еще раз хочу это подчеркнуть. Когда я уже в зрелый возраст вошел, я на эту тему много думал, может быть, даже перед одним из каких-то своих юбилеев. И я к такому твердому убеждению пришел, что есть пара людей в Америке, которые (я чувствую, но они иногда это говорят, иногда и шутят на эту тему) искренне считают, что они у меня чему-то научились. Еще я всех их старался учить быть честными во всем, не халтурить. Не страшно, если много лет ничего не получается, не это главное. Ни в коем случае не сбиваться на халтуру! Старался им это внушить.

Т. Б.: Это важно.

А. Б.: И старался еще внушить им, не всегда это удавалось, что они должны быть (слово теперь есть подходящее, раньше не было) толерантными к младшим коллегам, которые под их началом работают. Этому не всех удавалось научить. Правда, некоторые люди потом на собственном опыте убеждались, что так надо было себя вести.

Т. Б.: А почему вы считаете, что это очень важно?

А. Б.: Знаете, что важно? Важно любить своих сотрудников. Именно любить. Они должны быть для вас близкими людьми, которым вы много чего прощаете.

Т. Б.: Да, если на этом уровне строить отношения, то так и выходит. Выходит эта толерантность как раз.

А. Б.: Ну, толерантность это такое слово...

Т. Б.: Немножко казенное...

А. Б.: Очень даже казенное. Просто надо любить, прощать, входить в их положение. Не давать ни в коем случае халтурить, не давать разгильдяичничать, но стараться понять человека. Что у него может случиться такой период в жизни, когда он, скажем, в запой впадет.

Т. Б.: Да, случаются, наверное, и такие вещи.

А. Б.: Это раздражает, но опыт показывает, что выйдет человек из этого. У меня был один запойный сотрудник, который меня, я думаю, никаким своим учителем не считает, и справедливо. В общем, он был очень самодостаточный. Но я регулярно получал, пользовался своим положением замдиректора, поэтому я изымал регулярно бумажки, где было написано, что он в вырезатель попал. Я знал, что читать ему нотации совершенно бесполезно, сам одумается. И одумывался. Очень талантливый парень был. Сейчас он где-то пропадает в Америке.

О научной эмиграции

Т. Б.: Кстати, про Америку. Как вы относитесь к научной эмиграции, которая у нас произошла и происходит

еще? В 90-е годы, скажем.

А. Б.: Я к ней отношусь совершенно с пониманием. Настолько были разные ситуации, когда люди уезжали. Я считаю, что если человек здесь остается, то это потому, что это для него нужно. Тот же Сергиев Петя, Петр Владимирович. Куда его только не сманивали! Одно время просто бомбардировка шла письмами, что «давай сюда». Большое количество его друзей за рубежом. Он везде поработал понемножку, по несколько месяцев: и в Германии, и в Америке. Все его соблазняли. Он твердо стоит на том, что никуда он отсюда не поедет. Вот так и нужно в такой ситуации, тогда и можно работать нормально. Конечно, есть всякие привходящие. Понимаете, должно быть и жилье, и матпомощь, и семья, и все на свете.

Т. Б.: Да, база, фундамент какой-то.

А. Б.: А те, кто уезжали... Так складывалась жизнь. У меня сын уехал. Чего же теперь... Я никогда его за это не осуждал.

О жене и детях

Т. Б.: Кстати, вот еще вопрос. Хотя бы вкратце о вашей семье. Кто профессионально у вас жена, кто дети?

А. Б.: Жена моя была моим близким коллегой, потому что она кончала биофак. Она на два года меня моложе. Она кончала биофак и всегда была в молекулярной биологии. Она сначала в радиобиологическом отделе работала в Курчатовском институте. Потом она в университете работала на кафедре генетики, на кафедре вирусологии. Она ушла оттуда, потому что у нас сложилась такая ситуация, что она могла поехать со мной и с младшим сыном в Америку в 76-м — 77-м году, когда я там уже был профессором визитирующим, и ей там уже нельзя было оставаться, это еще был Курчатовский институт. С ней там очень хорошо обошлись, сказали, что «если вы уйдете сразу, так как вы физиком не были, то дадим разрешение».

Т. Б.: «Не будем вас задерживать. Не будем перекрывать...»

А. Б.: Тогда Рем Викторович Хохлов как-то завелся, помог все это дело... Младшего сына мы взяли, старший тут остался, как полагается. Так что все наши дети, так сказать, орали в детстве: «Сколько можно про эту рибосому!»

Т. Б.: Как интересно! И кем же они стали?

А. Б.: Старший сын был биолог до глубины души. У нас до сих пор все увешано его коллекциями бабочек. Он ездил с нами во все экспедиции везде. Но на биофаке был жуткий конкурс, его биология в школе была так себе (он в математической школе учился), и он пошел на химфак. То есть химия ему всегда очень нравилась, но в основном я считаю, что со страху — не на биофак, а на химфак. Он с младых ногтей начал работать в кардиоцентре. Если вы помните, такой был и есть сейчас Володя Торчилин. У него была большая лаборатория в кардиоцентре, и все это было связано с кафедрой химической энзимологии. Я бы сказал, как-то на кафедре он мало учился, а все больше в кардиоцентре был. Жена моя считала, что он должен пойти на нашу кафедру, но я его сюда не пустил.

Т. Б.: Почему?

А. Б.: Не надо семью собирать в одном месте. Хотя, надо сказать, что был достаточно длинный период, когда моя жена, которая числилась на кафедре вирусологии, работала на самом деле в нашей лаборатории. И это был очень важный момент, потому что мы тогда начали новую жизнь со всякой генной инженерией и прочим. И она пришла мне помогать. В общем, очень сильно в эти годы помогала. Потом уже всякие другие начались обстоятельства. Так что она молекулярный биолог, у нас есть совместные работы с ней.

Т. Б.: Как интересно! А младший сын?

А. Б.: Старший сын в кардиологии так и работал, потом защитил диссертацию, уже на кандидата биологических наук, хотя у него там было много всякой химии, вот все равно...

Т. Б.: А какая у него тематика работ?

А. Б.: Направленный транспорт лекарств. В общем, все было связано больше всего со всякими мембранными делами, рибосомой и все прочее. Это была основная тема у Торчилина. А потом Торчилин уехал в Америку первым, и у него была цель вывезти туда всю свою лабораторию — шесть здоровых, энергичных парней. И они действительно как-то постепенно там... Сначала у меня сын поехал туда с женой и дочкой. Они поехали как бы на один год, на два. Причем ему хотелось там в определенную лабораторию, я даже поспособствовал ему в эту лабораторию попасть. И там все у него было замечательно.

В это время Володя Торчилин в одном очень престижном месте в Бостоне начал создавать свою лабораторию. Он хотел, чтобы это был такой центр. И он всех переманил в этот большой институт при госпитале Массачусетса. Пока он создавал свой центр и писал всякие концепции, ему там помогал один цейлонец. В итоге цейлонец открыл этот центр, а Володя в это время (он большой коллекционер картин) вывозил свои картины из России, этим занимался. У него там все прекрасно. Он был председателем департамента в очень хорошем университете, сейчас в каких-то мегагрантах участвует в Москве.

Когда мой сын пришел в этот большой институт, он пришел с одной очень хорошей идеей, которую они там запатентовали по всем правилам. И как-то сразу у него дело пошло хорошо. Но это была уже совсем другая работа. Она связана с визуализацией всяких молекул прямо в живых тканях. Когда на них вешаются МР-ные метки. Он очень много занимается и МР-томографией, занимается всякой флуоресцентной томографией. В общем, он там очень быстро стал Associate Professor*, что-то вроде доцента. Они ассоциированы с Гарвардом. Потом ему надоел его шеф, он решил, что ему требуется уже самостоятельная жизнь, перешел в один очень хороший университет уже полным профессором. Но там жизнь у него гораздо труднее, потому что этот университет не такой богатый, как то место, где он был. А он очень сильно зависит от мощных физических методов, от томографа...

* Ассоциированный профессор

Т. Б.: Да, от оборудования дорогого.

А. Б.: И сейчас не очень хорошо у него с грантами. Нормальный американский профессор в университете средней руки, может быть, выше среднего немножко, но не самый, конечно, престижный. Там у него вторая семья потом появилась. Уже американская жена, младший внук, который не говорит по-русски. Петя по-русски не говорит.

Т. Б.: Понятно.

А. Б.: А младший сын, конечно, в такой семье... Он хоть кончал английскую школу... Когда он вернулся из Америки, после года в американской школе он по-русски говорил плохо, и его не взяли в английскую школу, в 4-ю, сказали, что «у вас ребенок дефективный, он по-русски плохо говорит». Он пошел во французскую школу и стал забывать английский. Я пожаловался Михаилу Алексеичу. Он мне ничего не сказал, ничего. Это характернейший для него случай. Потом звонят из этой 4-й школы английской, говорят: «Приходите, пожалуйста, нужно поговорить». Там лежит письмо, не от него, от помощника министра, в котором написано, что министр просвещения Прокофьев ознакомился с Богдановым Иваном и считает, что он может учиться в английской школе. Он потом эту школу и кончал. Конечно, сказывалось влияние семьи. У него с математикой было хорошо. Он собрался в МГУ на ВМК. Но потом его проверил и хорошо с ним позанимался один педагог, который сказал, что на ВМК ему будет очень трудно, что потянет, но с большим трудом, посоветовал ему идти на физфак. Он пошел на физфак, первый курс закончил вообще отлично, а потом началось тут что-то такое...

Т. Б.: Брожение в умах.

А. Б.: Захотел заниматься чем-то другим, потом начал постепенно как-то соображать, что это совершенно не его дело. А это были 89-й — 90-й годы.

Т. Б.: Самые трудные годы.

А. Б.: Мы уехали на все лето в Америку, он за это время женился, в семнадцать лет. Все пошло кувырком! В общем, если перечислить все, чем он занимался, это просто невероятно! Но он нашел себя в рекламе.

Т. Б.: Алексей Алексеевич, спасибо за беседу.

А. Б.: Я был рад освежить некоторые воспоминания.