

# ФИЛОСОФИЯ МИКРОМИРА: ПОРЯДОК РОЖДАЕТСЯ ИЗ ХАОСА

19.05.2016 11:12

6834

[Добавить в закладки](#)



Первую свою работу в зарубежном научном журнале Александр Сергеевич Спири́н опубликовал в 1958 г., и это был Nature. А 219-я по счету статья (если верить PubMed) вышла буквально на днях в Scientific Reports. Между ними — почти 60 лет, отданных молекулярной биологии. Александру Сергеевичу легко удастся совмещать, казалось бы, несовместимые вещи: открытия мирового уровня с высоким индексом цитирования, прорывные гипотезы с лабораторным экспериментом, большую науку и научное администрирование. И, конечно, преподавание в МГУ, его альма-матер, которое продолжается с 1964 г. и по сей день.

Секрет в его изложении довольно прост: наука — самое главное и самое интересное в жизни. Занимаясь ею, нельзя отвлекаться на второстепенные вещи. Еще он максималист и абсолютно непримирим в принципиальных вопросах, и это знают все в академии.

— Александр Сергеевич, в течение последних 15 лет вы занимаетесь разработкой модели существования микрочастиц. Если применить научный язык, это принципы работы так называемых «молекулярных наномашин» — иной, практически недоступный нашему привычному пониманию мир, где действуют свои законы. Какое определение микромира вы можете дать применительно к живому организму?

— А почему к живому? Ведь то, что мы исследуем, может быть частью и живого, и неживого, и принцип один и тот же. Вот рибосомы, которые я изучаю в течение многих лет, — это, можно сказать, органеллы наноразмера (200 Å), ответственные за синтез всех белков живого мира, один из основных, или даже основной, процесс жизни. Но ведь сами они неживые, хотя и обязательно присутствуют внутри каждого живого организма. И именно их малые размеры определяют целый ряд свойств и закономерностей, присущих микромиру и проявляющихся и работающих внутри живого.

Что же такое рибосома? Можно дать такое определение: это молекулярная наномашина, способная считывать генетическую информацию, закодированную в виде последовательности нуклеотидов матричной РНК, которую она

пропускает (протягивает) через себя, и в соответствии со считываемой информацией и синхронно с ее прочтением синтезировать белок из аминокислот, поступающих в рибосому в виде аминоацил-tРНК. Сама же рибосома построена из специальной рибосомной РНК, две молекулы которой — большая и малая — образуют структурный каркас для большой и малой субъединиц соответственно. Меньшая доля приходится на специальные рибосомные белки рибосомы.

И вот эта работающая рибосома-наномашина, от которой требуется исключительная прецизионность каждого шага в процессах декодирования генетической информации и синтеза белка, оказывается в условиях, когда, казалось бы, это невозможно. При ее размерах она неизбежно вовлекается в тепловое броуновское движение, включая бомбардировку машины молекулами и частицами среды и собственные тепловые флуктуации частей машины. Таким образом, тепловое броуновское движение будет постоянно «тормозить» машину и ее подвижные модули. В итоге все подвижные части машины дрожат и флуктуируют, и машина в целом беспорядочно дергается и крутится. Другими словами, любой упорядоченной работе молекулярной машины противостоит мощное воздействие беспорядочных тепловых импульсов.

Все «обитатели» микромира подчиняются беспорядочному тепловому движению. Оказывается, на беспорядке и случайных спонтанных событиях тоже могут строиться определенные процессы, если принципиально изменить тактику отбора. Например, в живой природе естественный отбор как раз осуществляется в основном за счет выбраковки плохих особей, а не специальной поддержки хороших. Было открыто, что эта белок-синтезирующая частица в процессе синтеза белка выполняет два типа масштабных движений. Она состоит из двух неравных субъединиц, большой и малой, объединенных друг с другом. Через рибосому между этими двумя ее частями (субъединицами) проходит нить генетической (белок-кодирующей) матрицы РНК и несколько, а иногда и много рибосом нанизываются на нее, как бусинки на нить, и движутся по ней в определенном направлении, считывая закодированную в РНК генетическую информацию. В процессе этого продвижения рибосом и считывания ими информации с «нити» РНК каждая рибосома последовательно наращивает полипептидную цепь, из которой потом, когда цепь будет достроена, она свернется в глобулу — и получится белок. И так будет повторяться в каждой рибосоме по достижении ею конца считываемой белок-кодирующей части пройденной ею «нити» РНК.

Итак, весь процесс прочтения матричной «нити» РНК каждой рибосомой можно разделить на повторяющиеся шаги, в каждом из которых осуществляется 1) прочтение определенного участка цепи РНК; 2) присоединение очередного звена, кодируемого вышеуказанным участком, к синтезируемому полипептиду. Она работает на случайности, потому что подчиняется тепловому движению и представляет собой непрочное соединение. Части рибосомы сначала притираются друг к другу и, чтобы соединиться, должны распахнуться, затем повернуться и постепенно продвигаться вперед. Но принцип — не в построении, не в индукции определенных движений, а в вылавливании полезных движений, происходящих в этом тепловом хаосе.

В моих лекциях я привожу пример, заимствованный из журнала *Scientific American*, чтобы лучше представить, что происходит внутри микромира. Вы на автомобиле, вас бомбардируют со всех сторон крупные градины, мотор отказал, а вам надо ехать. Как? Град и ветер вас колотят и бросают в разные стороны, но у вас есть колея. Это та самая «нитка», на которую нанизываются частицы, чтобы двигаться в определенном направлении и только в одну сторону. Что вы делаете? Не забывайте: мотор не работает! Вам надо взять в руку кирпич, встать у заднего колеса, дожидаться, когда вас тряхнет вперед, и подложить под заднее колесо кирпич. Назад машина уже не поедет. Потом еще раз: толчок вперед — и снова подложить кирпич, чтобы автомобиль не откатился назад при ударе спереди. Так машина постепенно продвигается, и вы ей оставляете лишь путь вперед, а назад отсекаете.

В микромире совершенно другие условия, при таких размерах порядка быть не может, и тем не менее все прекрасно работает. Это не сразу понятно, но когда проникаешь в суть, все становится ясно и делается интересным. Основной принцип такой: не надо ничего толкать, тащить, не надо ничего строить — просто ждать и отсекай ненужное, лишнее, используя возможность, предоставляемую окружающей обстановкой.

Так работают и биологические организмы на очень маленьких размерах. Чтобы считать информацию, рибосоме надо «проехать» от начала и до конца «нити», и получится белок. Надо лишь удерживать одно направление и избежать отката назад — именно на это в микромире тратится энергия. Все сводится к тому, чтобы ждать удачного момента. Это и есть способ реализации всех движений в наномире.

**— Можно ли сказать, что в микромире из хаоса рождается порядок? Все основано на случайностях. Но кто играет роль демона Максвелла? Это аналог чего?**

— Аналог механизма, который отсекает неверные движения и отбирает полезные. Демон Максвелла применительно к рибосоме — это устройство с АТФ, которое распадается, ловит энергию, снова распадается, снова ловит, в общем, настоящий чертик. Работа состоит в закрывании и открывании возможностей.

**— Довольно сложно: не только обычному человеку, но и не всякому исследователю дано понять...**

— Я все это описал, изобразил в виде схемы, опубликовал в американском научном журнале *Biochemistry* примерно 15 лет назад и ждал: «Ну, сейчас начнется! Дискуссия, критика, опровержение экспериментами». Дискуссии не было, до сих пор никто не опроверг, а с недавнего времени даже цитировать начали. Думаю, три четверти не поняли, а одна четверть все-таки разобралась.

Для этого надо менять философию нанотехнологии. Недавно «нано» стало модным словом, им стали называть все, что маленькое, просто чтобы получать деньги. А ведь нано — это разворот в совершенно другой мир, в другие способы продвижения, работы. Я только что показал это на примере синтеза белка и работы рибосомы, которую можно назвать наномашинкой и которая работает на подчинении беспорядку.

**— Если вернуться к вашей гипотезе о том, как все зарождалось, микромир с его законами дал начало всему?**

— По этому поводу я написал в «Палеонтологический журнал» статью о том, как зарождалась наномашина. Главный тезис: происхождение жизни началось с образования наномашин, и самая первая примитивная наномашина — это фермент хеликазы. Главным событием стало не появление РНК и ДНК, а происхождение фермента хеликазы, которая была первой моделью движения наночастиц. РНК и ДНК — уже более сложные, спиральные структуры.

**— Согласно вашей гипотезе, при происхождении мира действовал тот же закон, что при рождении из хаоса порядка?**

— Конечно! Сначала полный беспорядок, потом — приручение движения при помощи нитки, рельсов, это так и называется — прирученное броуновское движение. А дальше уже требуется работа, чтобы «нанопоезд» шел в одну сторону, и «чертик» обеспечивает толчки для его продвижения вперед. С этого момента появляется машина. И это явление уже называется «ректификация броуновского движения», т.е. отбор однонаправленных ударов и усилий. Это самовоспроизводящийся механизм.

**— Некоторые исследователи, в том числе молекулярные биологи, признают существование Бога. Как вы считаете, это несовместимые вещи?**

— Несовместимые, на мой взгляд. Однажды в Америке коллега пригласил меня домой, и я попал в неудобное положение: они перед едой всегда молятся, а я этого не понял, да и не мог предположить. Этот человек был исследователем-естественником, как говорят, до мозга костей, мы мыслили с ним в одних категориях...

Однако многие исследователи допускают существование Бога, но я этого просто не понимаю. Это должны быть очень глубокие следы детства. Или, возможно, из-за недостаточного знания физики. Мы ведь мало понимаем, что происходит в сфере физики малых объектов. Возможно, только сейчас начинаем понимать.

С другой стороны, тезис «выбор из беспорядка» тоже ведь можно назвать догмой, но он по крайней мере основан на эксперименте, а не на религии. Есть другой дежурный ответ: «Так устроен мир». Действительно мир устроен так, но Бог-то при чем? Я думаю, дело в познании, все более глубоко, когда меньше остается уголков для мистического восприятия. Почти все области, которые не даются простому взгляду, постепенно становятся понятными, все-таки дело науки копаться глубже и глубже. Хотя, случается, на каком-то этапе вдруг перестаешь понимать логику, как будто упираешься в тупик. Особенно, когда дело касается микрочастиц за пределами электронов, на уровне позитронов — это уже почти религия!

Я работаю не на самом микроуровне, а все-таки на относительно больших объектах микромира, и уверен, что здесь все поддерживается логикой и физикой, поскольку вы можете в точности наблюдать, как работают эти системы.

**— Ваши собственные взгляды на микромир как-то менялись в течение жизни?**

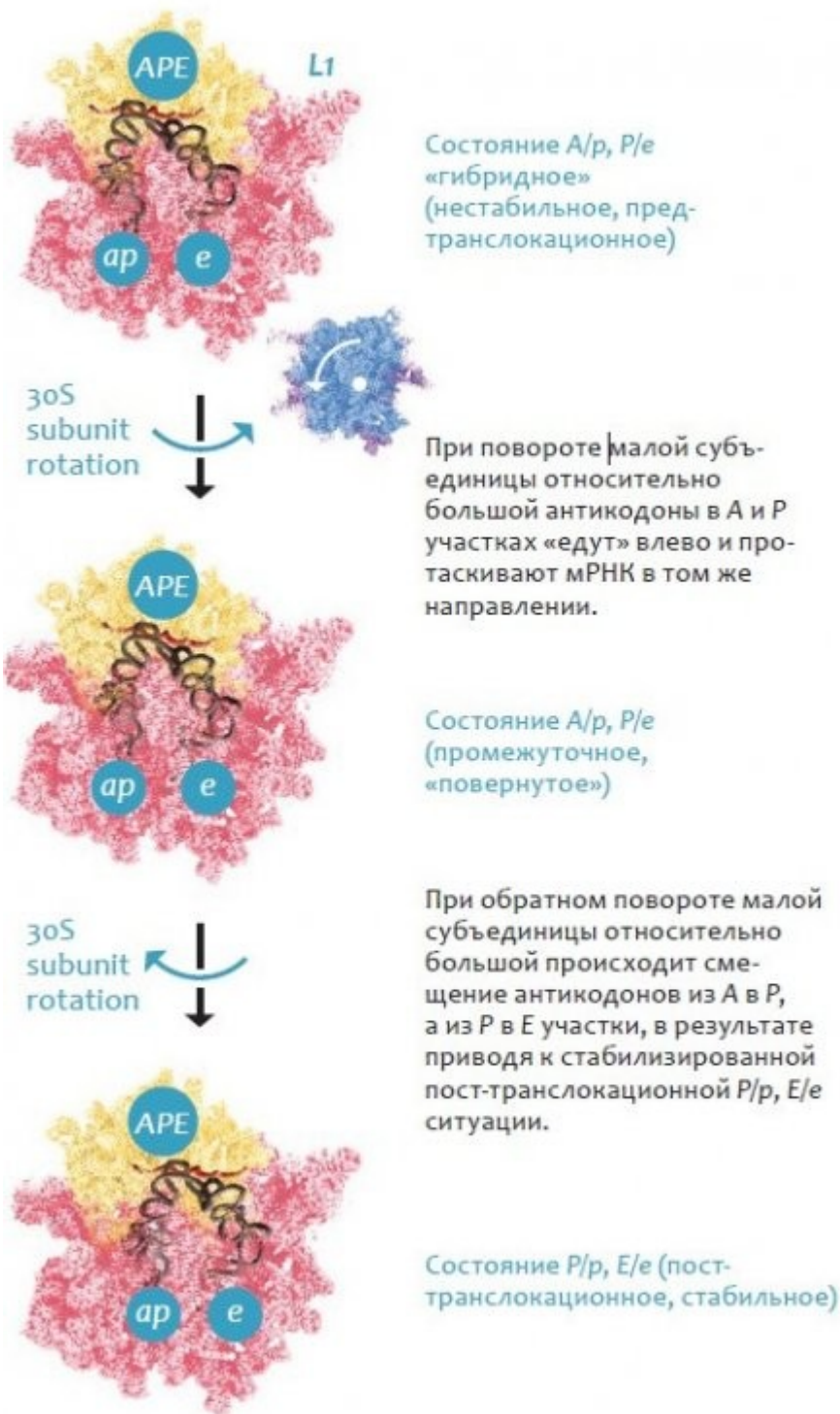
— Конечно. Я работаю с системами, функционирующими в условиях теплового шума, и была недооценка или неправильная оценка очень малых объектов. Сначала мы считали, что это может работать, подчиняясь законам макромира. Но, сталкиваясь с физикой малых частиц, вы понимаете, что это невозможно. Что нельзя отвинтить «микровинт», налить в микромашину микроколичество, условно говоря, бензина, а она поедет. Вся логика больших машин не работает уже на уровне рибосом. Налить в машину бензин будет невозможно — все разбрызгается.

**— А когда это понимание к вам пришло?**

— Я сам задавал себе этот вопрос, пытаюсь понять, поймать в памяти тот момент. Конечно, это произошло гораздо раньше первого осознанного объяснения закономерностей микромира, первых собственных работ по этой теме. Наверное, это стало приходить еще в 1960-е гг., когда я занялся изучением рибосомы. Посмотрели рибосому в электронный микроскоп — знали, что она состоит из двух субъединиц, а почему двух — непонятно. Знали, что через нее проходит мРНК, значит, что-то ее «тащит». Как это возможно? Помню, в начале 1960-х гг. я был в США, слушал доклады на Гордоновской конференции и думал об этом. А потом догадался и написал статью.

Представьте, что когда я начинал работать в науке, практически ничего не было известно о явлениях, составляющих основу современной молекулярной биологии, в частности об экспрессии генов и о биосинтезе белка. Многих понятий, с которыми современные школьники знакомятся на уроках, просто не существовало. Только что, в 1958 г., появилось слово «рибосомы». Они были открыты с двух сторон, независимо друг от друга, биохимическими и физико-химическими методами как главные клеточные рибонуклеопротеиды (т.е. частицы, состоящие из РНК и белка) и цитологическими методами, с помощью электронной микроскопии.

Безусловно, я начал свои работы с рибосомами не на пустом месте. Моим учителем был Андрей Николаевич Белозерский, который, собственно, основал российскую научную школу исследователей нуклеиновых кислот. В Советском Союзе идеи молекулярной биологии легли на подготовленную почву и получили развитие во многом благодаря тому, что эта школа уже существовала. Я вошел в эту науку в 1956 г., начав анализ состава нуклеиновых кислот в бактериях. Первая моя работа, выполненная вместе с А.Н. Белозерским, была опубликована в *Nature* в 1958 г. Тогда она стала научной сенсацией.



До того момента считалось, что, поскольку функция РНК — только перенос информации от ДНК к белкам, РНК должна повторять специфический нуклеотидный состав (соотношение четырех сортов азотистых оснований) ДНК. Я проанализировал нуклеотидный состав ДНК и РНК у 20 видов бактерий и обнаружил, что состав ДНК сильно различается у разных видов, тогда как у РНК он сравнительно стабилен. Последующая обработка данных показала, что небольшая фракция РНК действительно копирует ДНК (так была предсказана информационная, или матричная РНК — мРНК). Однако основная масса РНК не задействована в переносе генетической информации, схожа у разных организмов и выполняет какую-то иную роль. Это был первый шаг на пути к рибосомам — универсальным белок-синтезирующим частицам, структурная РНК которых и составляет основную массу тотальной клеточной РНК. В 1960 г. я впервые выделил рибосомы и начал новый цикл работ. Сначала я вплотную занимался физико-химией РНК как биополимера, ее макромолекулярной структурой, и на этом защитил докторскую диссертацию, а потом уже перешел к изучению функций, к биосинтезу белка.

Изучая рибосому, я полностью переменял свою психологию восприятия микромира. Ни одному упорядоченному механизму природа малых тел не соответствует. Возникает система отбора нужных движений. И когда рассматриваешь зарождение нашего мира, все тоже становится ясным. Когда вы что-то «сажаете» на нитку, можно при затрате энергии «зацепить» правильное движение, и, чтобы эта зацепка оказалась крепкой, происходит продвижение вперед. Для этого необходимо всего одно условие — быть достаточно маленьким, чтобы ощущать воздействие теплового шума.

**— Вы занимаетесь фундаментальной наукой, но может ли знание этих механизмов как-то повлиять на практические решения в биомедицине?**

— Во-первых, нельзя на малых размерах достигнуть точности, используя макропринципы. Во-вторых, я не верю в нацеленность знаний. Рождение человека и его внедрение в природу — это уже второй этап, «вторая жизнь». А до этого был гигантский отрезок времени, где все происходило так, как мы описали сейчас, где никто не руководил (если вы в Бога не верите, конечно). Это ведь происходило само собой, из случайного отбиралось то, что лучше, еще лучше... Так и произошла двуспиральная ДНК.

**— Но все-таки закономерности могут оказаться полезными, например, для геной инженерии?**

— Есть только один способ: не надо продуцировать заданные свойства, надо просто оставлять хорошее. Не улучшать, а избавляться от плохого.

**— А синтез молекул с заданными свойствами?**

— Ничего не даст. Только отбор. Хорошее само будет расти. Можно, конечно, протянуть ниточку: если мы знаем реальный механизм синтеза белка, наверное, могут быть соответствующие выходы — лечить дефекты, усиливать продукцию белков. Но я этим не интересуюсь, я считаю, что это отвлекает от главного — изучения фундаментальных механизмов. Новые фундаментальные знания гораздо важнее отдельных практических изобретений, они приводят к гораздо более крупным решениям многих проблем и на протяжении намного более длинного периода времени. Раньше умные люди не делали подобных прогнозов на будущие практические применения фундаментальных научных открытий, поскольку предсказать, к чему приведут новые знания, в большинстве случаев невозможно.

Кстати, сейчас подобное потребительское отношение власти к науке представляет настоящую угрозу и может привести к гибели. Сам это испытал. В свое время я создал производственную технологию синтеза белка в бесклеточных системах и считаю, что это был неправильный шаг, поскольку я потратил много времени, отняв его у чистой науки, где изучаются фундаментальные принципы. Наука — отдельная область знаний, и фундаментальным исследователям не надо заниматься прикладными вещами, потому что для них это гибель. Есть люди, которые, наоборот, занимаются прикладной наукой, и им не надо создавать теории — у них это не получится.

**— Вы с середины 1960-х гг. читаете на биологическом факультете МГУ курс лекций по молекулярной биологии. Я завидую вашим нынешним студентам, но, с другой стороны, догадываюсь, что им приходится очень нелегко на экзамене. Они вообще быстро схватывают этот сложный материал?**

— Не быстро. Их неправильно учат. Надо уже в школе изучать особенности существования малых тел. Но физику даже в университете биологам преподают безобразно, и так было всегда. Помню, когда я учился в МГУ, профессор с физфака рассказывал нам очевидные вещи, совершенно не нужные биологам.

Мне повезло, потому что у меня был школьный друг Сергей Гордон, который собирался поступать на физфак, и мы с ним проводили много времени, обсуждая физику, решая задачи. Я прочел Я.И. Перельмана, а затем и том физики для вузов. И мне потом было просто работать, поскольку я владел физическим языком, чего очень не хватает многим биологам. Я обращался по этому поводу с письмом в министерство — что надо знать студентам, заканчивающим биофак. Им не столько нужна, например, оптика, нужно выбрать основные фрагменты и хорошо подать их ребятам, потому что потом они уже этому нигде не научатся. Сейчас же многие из них не знают даже закон Архимеда.

Но, повторяю, мне помог мой друг, а не система обучения.

**— Скажите, а кто из исследователей оказал на вас сильное влияние? Вы ведь в начале вашей работы встречались со многими «гигантами» и в России, и в мире...**

— Трудно сказать, по-настоящему мало кто. Я действительно часто ездил в Америку, был хорошо знаком и с Джеймсом Уотсоном, и с Фрэнсисом Криком, и с другими известными исследователями, но это была уже работа, а не равное партнерство, поскольку я шел с возрастным и научным отставанием. Крик был старше, ряд ученых в Калифорнии, которые очень помогли мне, конечно, опережали меня. Поэтому мне пришлось быстро догонять. И я очень благодарен, в первую очередь А.Н. Белозерскому, и даже не за то, что он научил меня чему-то, а за то, что предоставил полную свободу, это очень редкое качество для руководителя.

Но еще, пожалуй, все-таки Фрэнсис Крик. Он был по-настоящему гениальным: проблема только чуть-чуть просматривается, а он уже своим интеллектом схватывает, доводит до первой гипотезы, причем продуктивной, которая потом полностью подтверждается. Уотсон — отличный ученый, умный, но творцом был Крик. Кстати, у Уотсона биологическое образование, а у Крика было физическое. Он обладал колоссальной интуицией и логикой по отношению к той системе, в которую он вглядывался.

Помню, он как-то подвозил меня после Гордоновской конференции из Массачусетса в Нью-Йорк, в течение трех часов мы были вдвоем в машине, и он говорил непрерывно. После той поездки я очень жалел, что просто слушал его, не задавая вопросов. Помню, это была огромная машина, которую он арендовал в Америке, и, как только мы двинулись в путь, он воскликнул: «Что это такое? Это четыре наших английских машины!»

Фрэнсис Крик, как известно, умер от рака, а Джеймс Уотсон стал директором Лаборатории в Колд-Спринг-Харбор, лучшей в США, по моему мнению. Но это назначение фактически означало конец его работы в науке. Он уже не публиковал

блестящих статей, и основная его деятельность свелась к добычанию денег. Будучи нобелевским лауреатом, он только этим и занимался. К сожалению, это судьба многих хороших исследователей, активно работавших в молодости и впоследствии ставших начальниками, администраторами.

**— А вам как удалось этого избежать? Более 30 лет вы руководили Институтом белка, оставаясь глубоко в науке, продолжая делать собственные открытия. Сейчас вы уже не директор, а наука по-прежнему с вами.**

— Мне это интересно, я этим живу, и у меня получается, а от этого становится еще интересней. Кроме того, я бескомпромиссный. Когда институт создавался, я ставил свои условия и стоял намертво. Конечно, огромную роль в моей судьбе сыграл М.В. Келдыш, который в то время был президентом академии наук. Создать такой институт было его идеей, он выбрал меня и очень поддержал и в самом начале, и впоследствии.

Я никогда не был членом партии и поначалу меня никуда не выпускали. Келдыш, став президентом академии, попросил меня рассказать ему про биологию, и я ему одному читал персональные лекции в течение двух месяцев. Он содействовал моей первой поездке в Америку.

Американцы на меня нацелились сразу. Я сделал доклад по своим работам на Гордоновской конференции, он понравился, и мне предложили посетить несколько лабораторий, самых продуктивных и интересных в то время. Посетив их, я понял, как должна быть устроена настоящая наука: маленькая лаборатория в маленьком институте, да еще желательно в маленьком городе. Вернувшись, я узнал, что принято решение о создании в Пущине Института белка.

Я не хотел быть директором, потому что опасался, что это отвлечет меня от науки, но М.В. Келдыш мне сказал: «А вы найдите себе хороших помощников». Вокруг меня в тот момент уже сформировалась группа людей, в основном питерцы. Например, Олег Борисович Птицын — тоже физик. Они приходили ко мне домой, и мы все обсуждали. Помощникам я сказал, что ничего не буду делать — в их понимании — как директор. Сначала это вызвало возмущение, а потом все привыкли.

**— А в вашем понимании что должен делать директор?**

— Я не допускал глупостей и на научном уровне, и на административном. Чтобы их не было на научном уровне, я устроил директорские семинары, каждую неделю по субботам в десять утра, куда приглашались все замы, руководители лабораторий и кто-то из исследователей с отчетом. Мы написали неофициальный устав института: лаборатория должна состоять из пяти человек, включая заведующего, потому что если сотрудников больше, руководитель перестает работать сам. А всего в институте должно быть не более 30 научных сотрудников. Сейчас — около 50.

Так что в субботу я занимался администрированием, а всю неделю — только наукой. И получилось! В каком-то смысле тут использовалась модель микромира — порядок из хаоса, просто отбирать лучшее и не давать идти назад. Мы с пустого места сверкнули отличными работами, получился прекрасный институт.

**— Вернемся к этой модели: вы опубликовали это исследование в начале 2000-х гг. Над чем работаете сейчас?**

— Модель — это же упражнение в свободное время, когда вы не ставите экспериментов, а обдумываете результаты. Но я главным образом экспериментатор. Мы с коллегами в лаборатории биосинтеза белка этим и заняты. Вот пример одной темы, над которой работаем сейчас и недавно опубликовали результаты. Чтобы синтезировать белок, рибосома должна «сесть» на один конец молекулы РНК, потом она движется и в каком-то определенном, инициаторном месте цепляется и начинает кодировать информацию. Мы исследуем, почему и за счет чего она движется. Это универсальная модель. У всех существ есть информационная РНК с так называемой некодируемой, концевой частью. Чтобы потом начать правильно считывать информацию, рибосоме надо прицепиться очень точно, попасть в фазу. Вот это движение рибосом по нетранслируемой области РНК мы и исследуем. Причем эта начальная часть пути очень плохо изучена.

**— Как выгладит такой эксперимент в лаборатории?**

— Мы воспроизводим РНК в бесклеточных системах, помещаем туда рибосомы, подаем энергию, ну а самописец фиксирует движения. Это недорого. Самое дорогое в таком эксперименте — выделить белки. Мы в лаборатории воспроизводим бесклеточную систему биосинтеза белка.

Мы отправили статью в журнал *Scientific Reports* и получили две противоположные рецензии. Один рецензент оценил нашу работу как открытие, а второй написал, что считает ее незаконченной. Я на это возразил редактору: «Мы исправлять ничего не будем, а вы, пожалуйста, сделайте выбор». Подобная работа в принципе не бывает законченной, она породила еще ряд идей, которые надо прорабатывать дальше. Меня эта фраза от рецензента международного научного журнала шокировала. А что закончено? Вся наука не закончена. Статья была опубликована в прошлом месяце.

**— Вы не испытываете трудностей с публикациями?**

— В целом нет, но иногда приходится бороться с дураками. Потому что второй аргумент того рецензента был следующим: у вас бесклеточная система, а надо все делать в клетке. Я ответил ему, что благодаря бесклеточной системе только Крику и удалось разрешить загадку генетического кода всего за несколько месяцев.

Это должно быть врожденное чувство — бороться за правду, приводить аргументы, дискутировать. Большинство людей этого не делают. Обычный прием: не пробивать статью, а искать другой журнал более низкого уровня. А я так не хочу, я



сторонник публикаций только в журналах высокого уровня. И не только потому, что это обеспечивает импакт-фактор, но и из принципа: с какой стати я отдам свою работу, которую считаю хорошей, в низкоуровневый журнал?

#### — А вы институт отдали в хорошие руки, есть преемственность?

— Только если в институте будут следовать нашим старым правилам. Пока это выполняется. Заветы Келдыша выполнялись долго, даже после его смерти, вплоть до последнего времени. Сейчас в РАН возникла угроза объединения институтов, и я по этому поводу сделал четкое заявление и сказал нынешнему директору: чем бы ни угрожали, чем бы ни привлекали — мы объединяться не будем. Пусть денег не дают, но самостоятельность важнее. Объединение — это конец науки в институтах. Я ведь из Америки приехал очень заряженный тем, как маленькие лаборатории и институты создают науку. А Кембридж — знаете какое там было главное место? Столовая! Так ответили кембриджские основатели молекулярной биологии. Там происходило общение. У нас аналогом были наши субботние заседания.

#### — А ученики? Есть кто-то, кто полностью перенял у вас и отношение к науке, и научную линию?

— Трудный вопрос. Думаю, нет. Почти все мои ученики работают в Америке. Я сам способствовал их устройству, давал рекомендации, советы — когда нужно ехать и куда. Здесь они, конечно, тоже могли бы работать, в нашем институте лучше, чем во многих других в России, но все равно не с тем размахом. Масштаб другой.

Хотя и время сейчас тоже другое, другой у исследователей характер, стиль. У меня есть ученик, Марат Юсупов, который в Страсбурге сделал несколько прекрасных работ. Он, как это говорят, «вязкий» — как собака, которая идет по следу. Хороший гончак берет след и идет по нему за своим зайцем, не замечая других, которые возникают у него на пути, — их называют шумовыми. Он настигает своего, методично, спокойно, без истерики. Важно идти за главной задачей и не сбиваться на мелочи. В науке нужна такая «вязкость».

#### — Что же делать тем, кто работает здесь?

— Стараться сделать по максимуму, тогда удастся сделать хоть что-то. В некотором смысле течение науки не зависит от внешних обстоятельств. Скорость работы ими определяется, но оригинальных идей не становится меньше. Главное — не бояться и отстаивать свою позицию.

### Беседовала Елена Кокурина

#### Справка

#### Александр Сергеевич Спирин

#### Ученый-биохимик, академик РАН, член президиума РАН.

В 1954 г. окончил биолого-почвенный факультет МГУ.

В 1957 г. поступил в аспирантуру Института биохимии им. А.Н. Баха АН СССР в лабораторию под руководством А.Н. Белозерского.

С 1964 г. и по сей день читает курс лекций по молекулярной биологии в МГУ.

В 1967 г. основал в Пущине Институт белка АН СССР, которым руководил с даты основания до 2001 г.

#### Хроника открытий

- Открытие некодирующих РНК и фракции информационных РНК в бактериях (1957–1958).
- Первое качественное описание макромолекулярной структуры высокомолекулярной РНК. Открытие способности РНК к сворачиванию в компактные структуры (1959–1961).
- Реконструкция рибосомных частиц вне клетки; открытие самосборки рибосомных белков на каркасе рибосомной РНК (1963–1966).
- Открытие информосом — внутриклеточных информационных рибонуклеопротеидных частиц (мРНП) в цитоплазме животных клеток (1964). (Ленинская премия, 1976 г.).
- Формулирование модели динамической работы рибосомы в процессе биосинтеза белка (1968). Первое экспериментальное доказательство структурной подвижности рибосомы в ходе этого процесса (1987). (Государственная премия СССР, 1988 г.).
- Создание низкоэнергетической системы трансляции (биосинтеза белка) на структурно модифицированных рибосомах вне клетки (бесфакторная, или «неэнзиматическая» трансляция) (1970–1976). Концепция кинетической (каталитической) роли энергии ГТФ в функционировании рибосом (1976—1978).
- Изобретение бесклеточной системы биосинтеза белка непрерывного действия (1988). Разработка способов препаративного синтеза белков вне клетки в различных вариантах такой системы (1989–2004).
- Доказательство **котрансляционного** сворачивания глобулярных белков на рибосомах в процессе их синтеза (1993–2000). (Премия им. А.Н. Белозерского РАН, 2000 г.).

Разработка концепции рибосомы как молекулярной наномашины, использующей тепловое (броуновское) движение для направленного перемещения вдоль матричной цепи информационной РНК (1985–2011).

Автор Елена Кокурина