

## Об аналитической химии, научной этике, мегагрантах и Сколково

<https://oralhistory.ru/talks/orh-1547>

18 февраля 2013

### Собеседник

Золотов Юрий Александрович

### Ведущий

Богатова Татьяна Витальевна

### Дата записи

Беседа записана 18 февраля 2013 и опубликована 27 июня 2014.

### Введение

Третья беседа с заведующим кафедрой аналитической химии химического факультета МГУ, академиком Юрием Александровичем Золотовым целиком посвящена его видению современной науки.

Ученый подробно объясняет современное истолкование термина «аналитическая химия» и то, каким инструментарием пользуется сегодня химик-аналитик, о сферах применения аналитической химии и проблемах подготовки кадров в обсуждаемой области. Постепенно разговор переходит к науке вообще — Юрий Александрович рассуждает о научной этике, отношениях внутри академического сообщества, взаимодействии учителя и ученика, различиях в истории формирования отечественной и западной науки. Беседа завершается обсуждением реформы Академии наук.

**Татьяна Витальевна Богатова:** Юрий Александрович, я хотела вас расспросить о вашем видении развития аналитической химии за тот период, который вы застали с самого начала вашей деятельности и до настоящего времени. Какие здесь были интересные события, может быть, не только в отечественной аналитической химии, но и в зарубежной, которые повлияли на развитие нашей? Я понимаю, что некоторые события, о которых вы будете говорить, могут пересекаться с теми событиями, о которых вы рассказывали в прошлых беседах, но это просто другой взгляд, другой ракурс, и пусть будут такие пересечения. Путь аналитической химии, который она прошла за последние шестьдесят лет. Как вы себе это представляете?

**Юрий Александрович Золотов:** За этот период произошли радикальные изменения в аналитической химии. Вплоть до того, что сейчас мы даже термин «аналитическая химия» иногда заменяем другими терминами, которые лучше характеризуют суть этой науки, этой области знаний. Основные изменения связаны с тем, что изменились методы, которые используют для химического анализа. Пятьдесят-шестьдесят лет назад это были в основном методы, основанные на химических реакциях, на взаимодействии вещества с веществом. Сейчас большую роль играют методы физические, которые основаны на взаимодействии, скажем, излучения с веществом. Пятьдесят-шестьдесят лет назад некоторые физические методы тоже были. Например, был атомно-эмиссионный спектральный анализ. Но, во-первых, он не занимал такого большого места, как впоследствии, а во-вторых, он был почти единственным физическим методом анализа; сейчас таких методов очень много. Помимо атомно-эмиссионного анализа, это атомно-абсорбционный анализ, рентгеновские методы анализа, которые позволяют решать очень многие задачи, например анализ геологических объектов. Это ядерно-физические методы анализа, прежде всего нейтронно-активационный, масс-спектрометрия и многие другие. Если раньше аналитическая химия была только частью химии и выросла из химии, то сейчас мы говорим о том, что аналитическая химия имеет свои корни и в физике, и в биологии, в теории информации, в электронике даже, и во многих других областях науки и техники. Она впитывает сейчас очень много из других наук и используется для своих целей. Кроме того, помимо методов — и это главное, конечно, изменение, — появились способы обеспечения качества анализа, в частности математические методы. Начиналось это использование математики с использования математической статистики.

**Т.Б.:** Может быть, поэтапно по времени пройти — когда что начиналось? Или вам так проще?

**Ю.З.:** Математическая статистика, она, так сказать, давно используется для обработки результатов — скажем, оценка среднего квадратичного отклонения и так далее. Но сейчас математика дала очень большие новые возможности для аналитической химии. Помимо статистики это, скажем, информационно-поисковые системы, которые позволяют находить нужную методику или нужную константу из огромных банков накопленных данных. Электронно-вычислительные машины позволяют теперь получать эту информацию за секунды.

**Т.Б.:** Быстро, да.

**Ю.З.:** Появились методы обработки результатов, которые позволяют из не очень точных, сильно разбросанных данных получать почти истинное значение. И это не только статистика. Есть методы, которые обусловили резкое возрастание возможностей самих аналитических методов. Один пример: инфракрасная спектроскопия — давно существующий метод. Она была не столь эффективна, пока не появилось использование преобразования Фурье. Почти все инфракрасные спектрометры с преобразованием Фурье — совершенно новые возможности! Ядерный магнитный резонанс никогда не был чувствительным методом, а потом научились накапливать сигнал — это один из математических приемов. Накопление сигнала приводит к тому, что чувствительность резко возрастает.

**Т.Б.:** Это как концентрирование в химическом плане?

**Ю.З.:** Как концентрирование, но только не вещества, а информации. Более того, сейчас развивается направление, которое называется экспертными системами, раньше его называли искусственным интеллектом. Это возможность получить структурные формулы органического соединения по фрагментарным данным о спектрах этого соединения, о спектрах его отдельных фрагментов. Каждый фрагмент проясляет себя в спектре по-разному, и математика позволяет сконструировать из отрывочных спектральных данных, относящихся к отдельному фрагменту, целую структуру соединения. Причем позволяет выбрать из большого набора таких соединений вероятных наиболее вероятное. Целые школы сейчас работают в таком направлении. Это второе, помимо методов, и методы — это главное, это еще способы обработки...

**Т.Б.:** ...обработки данных.

**Ю.З.:** ...результатов и использование математических приемов, чтобы получать данные, во-первых, более надежные, а во-вторых, совершенно новые, которые нельзя было получить без такой математической обработки. В 1970-х годах уже появилось направление аналитической химии, которое назвали по-английски «COBAC» — Computer based Analytical Chemistry — аналитическая химия, основанная на компьютерах. Сейчас, поскольку вся аналитическая химия *(смеются)* основана на компьютерах, смысл в этом термине отпал.

**Т.Б.:** Потерялся, да.

**Ю.З.:** Но математические приемы используются, конечно, очень широко. Что еще можно сказать? Химические методы, которые были основой пятьдесят-шестьдесят лет назад, тем более сто лет назад, конечно используются. Довольно широко используется титрование, если нужно определять большие количества элемента и с достаточно высокой точностью, потому что физические методы не всегда обеспечивают высокую точность. Вот, скажем, медь даже в цветной металлургии иногда определяют титрометрически, иодометрически, если она в больших количествах. Но все-таки химические методы уже не играют такой большой роли. Ставка сейчас делается на физические, отчасти биохимические методы. Это методы, использующие иммунореакции и ферменты. Нельзя сказать, что они конкурируют с физическими или даже химическими методами, но их доля все время растет, их становится все больше. И есть области где, скажем, иммунохимические методы вытесняют другие. Это методы анализа биомедицинских объектов.

**Т.Б.:** В медицине, наверное, это легче применить.

**Ю.З.:** Да. Еще одно изменение я мог бы обозначить. С одной стороны, приборы которые используются для анализа, все время

усложняются, возможности их растут, соответственно и цены, а с другой — есть тенденция создавать простые, доступные средства анализа, которые были бы пригодны для анализа массового, вплоть до использования неспециалистом.

**Т.Б.:** В быту?

**Ю.З.:** В том числе в быту, на уровне домашней хозяйки или рабочего цеха. Но чтобы создать такие простые средства нужно затратить много нервной энергии и таланта. Чем больше вложено ума, навыков в создание таких средств, тем более они будут простыми и доступными. Вот тут есть такой парадокс, это диалектика.

**Т.Б.:** Да-да.

**Ю.З.:** В частности, у нас на кафедре развивается направление, которое мы называем «тест-методами», — создание самых простых, доступных средств. Это индикаторные трубки, таблетки, которые можно бросить, скажем, в анализируемый раствор, классические бумажки, которые давно существуют. Но раньше это были бумажки в основном для определения концентрации ионов водорода, pH. Теперь такие бумажки на сотни компонентов созданы. Причем одной бумажкой иногда можно сразу несколько компонентов определить, поскольку на одной, скажем, пластинке тоненькой полиэтиленовой наклеено несколько бумажек, разделенных промежутком, и каждая из них дает соответствующую окраску на разные компоненты. Таких средств довольно много. В свое время, лет десять назад, мы написали, по-моему, первую в мире монографию о таких химических тест-средствах анализа. Это еще одно направление, которое говорит о существенных изменениях, которые за это время протекли. Ну и, конечно, изменился кадровый состав аналитиков, теперь аналитики — это не только химики. Раньше такое было ходовое обозначение: химик-аналитик, а теперь есть физики-аналитики.

**Т.Б.:** Да?!

**Ю.З.:** Да, конечно, и их много — скажем, специалисты по рентгеноспектральному анализу или по ядерно-физическим методам анализа. Это, как правило, и по образованию, и по интересам, и по роду занятий — физики, а они занимаются химическим анализом.

**Т.Б.:** С помощью вот этих методов...

**Ю.З.:** Да, фактически они занимаются аналитической химией. И вот тут вот мы приходим к тому, почему термин «аналитическая химия», замечательный, любимый, становится немножко неадекватным ситуации. Слово «химия» отпугивает специалистов...

**Т.Б.:** ...физиков, в частности. *(Смеются.)*

**Ю.З.:** Да, физиков, например. Физик по образованию, по роду занятий говорит: «Как, я занимаюсь аналитической химией?! Нет, я занимаюсь уж если аналитической, то физикой!» Отсюда уже давно, лет, наверное, тридцать-сорок назад стала появляться необходимость как-то по-другому называть нашу науку. В свое время, в 1975-м или 1977 году я предложил использовать в русском языке термин «аналитика», который до этого существовал, конечно, в студенческом жаргоне.

**Т.Б.:** Ну да.

**Ю.З.:** И что мы теперь видим? Теперь у нас проходят конференции: «Аналитика России», «Аналитика Сибири и Дальнего Востока»...

**Т.Б.:** Выставки.

**Ю.З.:** Выставки под названием «Аналитика», журналы под названием «Аналитика» (в Екатеринбурге выходит журнал «Аналитика и контроль»). Этот термин в ходу и в других странах. В Польше, например, выходит журнал «Аналитика». У немцев есть термин «Analytik», тоже означает «аналитику». Другая тенденция появилась в Японии. В Японии вместо «аналитической химии» стали говорить «аналитическая наука» или «аналитические науки» («analyticalscience» или «analyticalsciences»). Выходит журнал под таким названием, конференции многочисленные и даже большие конгрессы проходят под этим названием: «AnalyticalSciences».

**Т.Б.:** Как «computer science»?

**Ю.З.:** Как «computerscience», да, чтобы уйти от термина «аналитическая химия».

**Т.Б.:** ...чтобы не ограничиваться одной химией.

**Ю.З.:** Совершенно верно. Хотя тут важно подчеркнуть, что аналитическая химия, как бы ее ни называли, из химии-то не уходит.

**Т.Б.:** Ну да. Просто она расширяется.

**Ю.З.:** Просто одной химии уже недостаточно.

**Т.Б.:** Да-да.

**Ю.З.:** Американцы оставили термин «аналитическая химия» и используют только его. Иногда появляется «аналитика», по латыни написанная, но редко. В основном они используют, так сказать, классическое название «аналитическая химия», вкладывая в него новое содержание. Более того, они даже включают в аналитическую химию в их современном понимании такие методы, которые мы не включаем, например рентгеноструктурный анализ. Они его включают в аналитическую химию. То есть все методы, которые позволяют изучать не только состав, но и строение, они закладывают в аналитическую химию.

**Т.Б.:** Интересно.

**Ю.З.:** Рентгенофазовый анализ. У нас он не входит в обиход методов аналитической химии, а американцы часто включают. У нас такие попытки стали делаться. Недавно вышел учебник в Московском университете, как он теперь называется, тонких

химических технологий (МИТХТ), где есть глава «Рентгенофазовый анализ». Ни в каких других учебниках...

**Т.Б.:** Учебник по аналитической химии?

**Ю.З.:** Учебник по аналитической химии, где есть глава «Рентгенофазовый анализ».

**Т.Б.:** Ага. То есть они тоже решились...

**Ю.З.:** Хотя это всегда было прерогативой неоргаников...

**Т.Б.:** ...или физ-химиков...

**Ю.З.:** ...физико-химиков, специалистов по твердому телу и так далее. Так что американцы пошли по этому пути. Соответственно, учебники сейчас уже совсем не похожи на те учебники, по которым мы учились.

**Т.Б.:** А чем отличаются?

**Ю.З.:** Наличием глав о новых методах, наличием большого числа глав по общим вопросам. Помимо математической обработки, о чем я говорил, есть обязательно главы о пробоотборе, о выборе методов, потому что надо хорошо представлять себе, чем руководствоваться при выборе методов.

**Т.Б.:** Да, это очень важно.

**Ю.З.:** Есть главы об организации работы производственной аналитической лаборатории. Как организовать контроль производства? Это, казалось бы, неакадемическая, неуниверситетская задача, но многие аналитики, выпускники наших вузов работают на производстве...

**Т.Б.:** Ну да, в реальном производстве.

**Ю.З.:** ...на предприятиях, в отраслевых институтах, и им нужно владеть этой методологией контроля. Отсюда возникает необходимость давать какие-то сведения об аккредитации лабораторий, об аттестации методик, о сертификации продукции и так далее. Вот такой блок, и он сейчас в ряде учебников появляется.

**Т.Б.:** И даже в наших?

**Ю.З.:** И в наших тоже. В классических учебниках для университетов — еще нет, хотя в одном уже есть, а вот в учебнике для химико-технологических вузов точно есть. И это правильно!

**Т.Б.:** Ну да.

**Ю.З.:** Это абсолютно правильно. Так что изменения происходят очень-очень большие. Что еще могу добавить? Поскольку химический анализ играет, конечно, огромную роль в государстве, в обществе, в оборонных делах, соответственно, популярность аналитической химии (будем пользоваться этим термином) растет. И во многих университетах студенты очень охотно идут на кафедры аналитической химии: охотнее, чем на другие кафедры. Мы это знаем по Саратовскому университету, по Санкт-Петербургскому университету. На нашем факультете то же самое: мы ежегодно имеем от тридцати до сорока студентов. У нас восемнадцать кафедр.

**Т.Б.:** Да, я посмотрела, какая пятьсот третья группа большая. Пятьсот третья группа — это аналитики.

**Ю.З.:** Я буквально в прошлый понедельник читал первую лекцию студентам третьего курса, их было тридцать семь человек. Простая арифметика о чем говорит? У нас на первый курс принимается двести — двести тридцать студентов, восемнадцать кафедр, соответственно, можно разделить...

**Т.Б.:** Пятнадцать.

**Ю.З.:** ...и понять среднее число студентов, которые должны идти по кафедрам. На кафедру органической химии, на кафедру аналитической химии идут студенты очень охотно.

**Т.Б.:** Да, классические кафедры университетские: «Органика», «Аналитика»...

**Ю.З.:** Да-да-да, но, конечно, это связано со значимостью химического анализа, и это все понимают. И спрос на выпускников хороший. Это касается не только России, это во всем мире так. Есть статистика, например, американская, какую долю составляют химики, работающие в области химического анализа, по сравнению с другими специальностями. Оказалось, что аналитики на первом месте. Наибольшее число выпускников химических факультетов...

**Т.Б.:** ...работают в химическом анализе?

**Ю.З.:** ...работают в химическом анализе. 17% по последним данным 2005 года для Соединенных Штатов.

**Т.Б.:** Это много!

**Ю.З.:** Все остальные меньше: неорганики, полимерщики и так далее.

**Т.Б.:** Казалось бы, полимеры широко сейчас распространены.

**Ю.З.:** Но тут важно вот что подчеркнуть: те, кто получает, условно, диплом химика-аналитика, их меньше, чем 17%.

**Т.Б.:** Да, понимаю.

**Ю.З.:** Это значит, что они переучиваются в процессе работы. Это значит, что в них есть потребность. То же самое у нас мы наблюдаем. К сожалению, у нас не готовят аналитиков-инженеров. Для заводских производственных лабораторий и отраслевых институтов аналитиков должны готовить не классические университеты, их должны готовить соответствующие

технологические и технические вузы.

**Т.Б.:** А в чем специфика?

**Ю.З.:** Они должны знать свое производство. Они должны быть не только хорошими аналитиками, они должны понимать производство, соответствующее профилю их вуза. Выпускник, скажем, нашего факультета, пришедший в отраслевой институт, должен сначала ознакомиться со спецификой нефтепереработки или металлургии и так далее, чтобы правильно организовать контроль соответствующих материалов. Выпускник технологического вуза, скажем, нефтехимического или металлургического, это производство уже знает. Но он сейчас не получает достаточно знаний по аналитической химии.

**Т.Б.:** По методам анализа.

**Ю.З.:** Совершенно верно. Поэтому получают ножницы: университетские выпускники и не очень охотно идут в эту сферу и, кроме того, не знают производство. Соответственно, выпускники технологических и технических вузов знают свое производство, но не являются первоклассными специалистами в области химического анализа.

**Т.Б.:** И какой выход?

**Ю.З.:** Выпускать аналитиков технологических из технических вузов. Я давно этим занимаюсь. Писал соответствующие статьи, письма в министерства и так далее. Сдвиг был, но несущественный. Есть несколько вузов, которые выпускают таких инженеров. В одном вузе их выпускали еще до наших усилий, просто это нужно было Министерству среднего машиностроения.

**Т.Б.:** Ну, там уж сам Бог велел!

**Ю.З.:** Уральский политехнический институт давно выпускает аналитиков-инженеров для атомной промышленности, очень давно, с 1960-х годов. В двух, трех, четырех вузах удалось это организовать уже в последние два десятилетия. Но это очень мало. Даже Менделеевский университет не выпускает химиков-технологов-аналитиков. И даже кафедра аналитической химии, по-моему, не выпускающая. И это нехорошо.

**Т.Б.:** Ну да.

**Ю.З.:** Каждый профилированный отраслевой вуз должен выпускать — если он связан с веществом, с необходимостью его контроля...

**Т.Б.:** Да, конечно.

**Ю.З.:** ...должен выпускать соответствующих инженеров-аналитиков. А в Российском университете нефти и газа имени Губкина кафедру аналитической химии ликвидировали.

**Т.Б.:** Как это?

**Ю.З.:** Давно уже, лет двадцать назад, пятнадцать, по крайней мере.

**Т.Б.:** Да что вы!

**Ю.З.:** Да. Не знаю почему. Казалось бы, наоборот...

**Т.Б.:** Анализ-то там тоже нужен.

**Ю.З.:** Там есть кафедра экологии, есть кафедра неорганической химии, где немножко занимаются аналитической химией, но кафедры такой нет. Думаю, это серьезное упущение. Контролировать-то нужно во многих сферах.

**Т.Б.:** Да, и добыча...

**Ю.З.:** ...и само производство, и готовую продукцию нужно контролировать.

**Т.Б.:** Так и при добыче нужно контролировать...

**Ю.З.:** Пищевая промышленность, фармацевтическая промышленность — куда ни кинь, везде есть потребность в контроле. А контролировать надо прежде всего химический состав. Тут задача, я бы сказал, государственного уровня, которую надо решать. Вот так оно, в кратком изложении: изменения, которые происходят у нас в аналитической химии. *(Смеется.)*

**Т.Б.:** А для таких двух картинок: как, допустим, выглядела аналитическая лаборатория, пусть даже университетская, или институтская, на заре вашей карьеры и сейчас. Вот сравнить, что было пятьдесят лет назад, и как это сейчас выглядит, возможно такое сопоставление?

**Ю.З.:** Общий вид лаборатории, конечно, существенно изменился. Если раньше в химической аналитической лаборатории мы видели колбы, бюретки, пипетки, обязательно весы, в лучшем случае — фотометр или полярограф. То сейчас, когда заходите в лабораторию, вы видите большое число разнообразных приборов, как правило, сейчас настольные приборы — это хроматографы, атомно-абсорбционные или атомно-эмиссионные спектрографы, приборы для рентгеноспектрального анализа и так далее. И где-то есть комната для пробоподготовки — там осталась химия. Там, если нужно, образцы растворяют, выделяют нужные компоненты, и потом, соответственно, анализируют уже в тех комнатах, где стоят приборы. Поэтому почти нет сейчас того, что мы раньше звали «мокрым делом», «пошли на мокрое дело»... *(Смеется.)*

**Т.Б.:** Мокрый анализ...

**Ю.З.:** То есть анализ, связанный только с растворами, и только с той атрибутикой, которая необходима для анализа раствора. Я уже называл: пипетки, бюретки и так далее. Все это осталось, но занимает очень небольшое место. Очень небольшое. Сейчас микроволновые печи — для разложения, автоклавы — для разложения образцов, если вообще нужно разлагать образцы. Есть методы, и их все больше, которые вообще не требуют разложения.

**Т.Б.:** Не разрушающие?

**Ю.З.:** Конечно. Рентгенолюминесцентный анализ не требует никакого растворения, разложения и так далее. Возможности-то очень быстро растут.

**Т.Б.:** А какие вы можете назвать наиболее свежие достижения в области методов аналитической химии или ее возможностей?

**Ю.З.:** Достижений очень-очень много. На протяжении десятилетий аналитики боролись за высокую чувствительность методов анализа. Это необходимо для анализа чистых веществ. Например, для микроэлектроники: чистый кремний, чистый германий и так далее. Соответственно, анализ чистых веществ требует высокочувствительных методов. Да еще, как правило, многокомпонентных, то есть позволяющих одновременно определять большое число примесей. Сейчас есть методы, которые достигают абсолютной чувствительности. Например, варианты масс-спектрометрии позволяют обнаруживать массы элементов, скажем, до  $10^{-18}$  грамма, то есть ничтожные количества. Концентрации — это пикограммы, фемтограммы на мл, то есть совершенно, совершенно ничтожные концентрации.

**Т.Б.:** То есть это чуть ли не отдельные атомы уже?

**Ю.З.:** Знаете, даже есть направление, которое называется химия отдельных атомов, но это не только аналитическая химия.

**Т.Б.:** Ну да.

**Ю.З.:** Но и аналитическая химия в том числе...

**Т.Б.:** Да, их же нужно...

**Ю.З.:** То есть в принципе отдельные атомы и отдельные молекулы можно обнаруживать.

**Т.Б.:** И изучать, да.

**Ю.З.:** Например, можно считать молекулу ДНК, то есть сосчитать, сколько их. Я на пальцах расскажу, как это можно делать. Молекулы ДНК можно ионизовать — сделать из нее ион. Наложить электрическое поле, и на пути молекулы ДНК поставить некий экран с отверстием. Определенными приемами молекулы ДНК можно заставить распрямиться (есть такие приемы) и под действием кулоновских сил проходить через это отверстие. Если молекулы ДНК еще и пометить, скажем, флуоресцентную метку поставить (это тоже несложно сделать), то каждую проходящую через отверстие молекулу можно считать по вспышке этой люминесценции. То есть вы отдельные молекулы считаете. Но молекула ДНК большая...

**Т.Б.:** С ней легче в этом смысле...

**Ю.З.:** ...с ней легче, да, но и отдельные молекулы, более маленькие, тоже можно в ряде случаев считать. И даже отдельные атомы можно в некоторых методах считать. Конечно, это экзотика, это мало кому нужно, но очень низкие концентрации веществ нужно определять очень многим. Это одно из...

**Т.Б.:** Последних таких...

**Ю.З.:** ...да, достижений. Кстати сказать, я упомянул, а может, и не упомянул масс-спектрометрию: здесь поразительные сейчас происходят изменения. Масс-спектрометрия всегда считалась методом сложным, дорогим, на масс-спектрометрах работали специалисты высокого класса, и их было немного. В последние годы созданы масс-спектрометры, которые позволяют работать не в вакууме, как обычные масс-спектрометры, а при комнатных условиях при атмосферном давлении. Маленький, относительно маленький масс-спектрометрический детектор позволяет, скажем, на банкноте долларовой бумажки обнаружить следы кокаина. Ничего с этой бумажкой не происходит, вы просто приставляете соответствующий датчик к банкноте, и он вам тут же дает в реальном режиме времени сведения...

**Т.Б.:** Прекрасно!

**Ю.З.:** ...о том, что там есть кокаин на этой бумажке. Таких примеров можно привести много. Ежегодно проходит крупная конференция в Соединенных Штатах по аналитической химии и прикладной спектроскопии, она называется «Питтсбургская конференция» (я, по-моему, ее упоминал в прошлый раз). В марте прошлого года, на последней конференции (я на ней был), огромное число докладов было по современной масс-спектрометрии...

**Т.Б.:** И о ее возможностях, да.

**Ю.З.:** Да, о ее возможностях. У нас тоже есть одна-две группы, которые занялись вот такой упрощенной, в смысле исполнения, масс-спектрометрией. Хотя, конечно, создать такие приборы было нелегко. То есть это сочетание высокой чувствительности и оперативности с простотой выполнения.

**Т.Б.:** Использования, да.

**Ю.З.:** Это еще одно очень существенное достижение самых последних лет. Еще об одном направлении можно сказать: это направление связано с созданием так называемых химических сенсоров. Когда меня спрашивают: «Что такое химический сенсор?» Я говорю: «Что такое термометр, который висит на стене? Это прибор, который непрерывно, обратимо, в режиме реального времени показывает температуру. Если вы повесите на стенку прибор, такой же маленький, компактный, который будет непрерывно показывать содержание  $\text{CO}_2$  в вашей комнате, или  $\text{CO}$  — окиси углерода, вы получите химический сенсор на окись углерода или диоксид углерода. Это будет химический сенсор». Химический сенсор — это устройство (отсюда сразу вытекает дефиниция), которое позволяет в реальном времени или практически в режиме реального времени, непрерывно, обратимо указывать концентрацию одного компонента в одной определенной среде (скажем, в воздухе или воде). Такие устройства сейчас создаются активно, прежде всего для анализа газов. С газами проще.

**Т.Б.:** Ну да, это вещи, которые зачастую нужно отслеживать непрерывно.

**Ю.З.:** Да, в промышленности используются очень активно такие сенсоры на разные газы, причем они создаются на один газ, на аммиак, предположим. Простейшие устройства — я называю их копеечными, копейки они не стоят, но они недорогие. Они недорогие, компактные, они обычно пригодны для массового производства. Сейчас много фирм, которые делают такие сенсоры. С жидкостями сложнее, но такие сенсоры тоже существуют. А один сенсор существует очень давно, просто мы его так не называли — это ионоселективный электрод. Ионоселективный электрод вы опускаете в раствор, и он вам дает...

**Т.Б.:** Показания...

**Ю.З.:** ...показания в концентрации того же водородного иона. Фактически в непрерывном режиме вы можете пропускать этот раствор, он вам будет все время давать сигнал изменяющийся, в режиме реального времени, обратимый естественно, его не надо перекалибровывать. Это направление очень активно развивается, и особенно, конечно, для непрерывного анализа такие сенсоры годятся.

**Т.Б.:** Ну да, для отслеживания колебаний.

**Ю.З.:** Для мониторинга, так сказать, то есть для определения концентрации во времени.

**Т.Б.:** Вот вы сейчас сказали о последних таких достижениях. А как вы считаете, в какие области будут прорывы в ближайшее будущее?

**Ю.З.:** Аналитическая химия сильно ориентирована на решение биомедицинских проблем, в особенности у наших коллег в Соединенных Штатах, отчасти в Европе. Если взять американский журнал «Analytical Chemistry», там 80% статей, по-моему, посвящено анализу биомедицинских объектов.

**Т.Б.:** То есть в целях диагностики.

**Ю.З.:** Не только медицинская диагностика. Это и оценка воздействия токсичных веществ, в том числе отравляющих веществ на организмы, определение продуктов распада, метаболитов в организме. Это слежение за лекарствами, что с ними происходит в организме, соответственно, анализ тканей организма либо на эти лекарственные вещества, либо на продукты их разложения и распада...

**Т.Б.:** Да, и здесь тоже нужно в разные моменты времени...

**Ю.З.:** ...на метаболиты, да. Это не совсем диагностика, но это исследование биомедицинских объектов.

**Т.Б.:** Да, расследование.

**Ю.З.:** Что касается диагностики, я думаю, что за химическим анализом здесь довольно большое будущее. Химический анализ, он уже давно используется в медицинской диагностике. Мы все с вами анализируем...

**Т.Б.:** Кровь сдаем!

**Ю.З.:** ...кровь, мочу — это и есть химический анализ. Но сейчас открываются возможности анализа выдыхаемого воздуха. И это тоже, наверное, мощное диагностическое средство. Давно известно, что, скажем, в выдыхаемом диабетиками воздухе содержится ацетон. Значит, если вы видите высокую концентрацию ацетона в выдыхаемом воздухе, почти наверняка это человек, больной диабетом. И таких примеров много, сейчас это область интенсивного развития. Уже речь идет о создании автоматизированных установок, чтобы человек просто...

**Т.Б.:** Выдохнул...

**Ю.З.:** ...как в алкотестер подул — и вы, так сказать, сразу получаете...

**Т.Б.:** Карту болезней.

**Ю.З.:** ...карту болезней, да. *(Смеется.)* Ну, это в идеале, конечно! Но тем не менее прогресс здесь существенный. У нас на кафедре такие работы ведутся, правда, не с анализом самого воздуха, а с анализом его конденсата. После того как получено то, что растворилось в воде. Не думаю, что во всех случаях это идеально, потому что не все вещества растворимы.

**Т.Б.:** Ну да.

**Ю.З.:** Не все попадут в конденсат. Тем не менее такие работы ведутся довольно активно. В общем, здесь, я думаю, будут большие успехи. Ну и, конечно, можно ожидать более широкого, чем сейчас, существенно более широкого, использования сенсоров, о которых я говорил.

**Т.Б.:** Ну да, для мониторинга той же окружающей среды и прочего...

**Ю.З.:** Один коллега из Петербурга несколько лет назад вышел с такой, например, забавной идеей. Почти везде есть противопожарная сигнализация, стоят датчики в каждом номере гостиницы.

**Т.Б.:** Да.

**Ю.З.:** Они связаны проводами с каким-то пультом управления, регистрации сигналов. Он предложил вместе с этими датчиками противопожарными ставить химические сенсоры, которые бы свидетельствовали о превышении концентрации в данном помещении чего-то нехорошего, вредного. И, соответственно, в непрерывном режиме...

**Т.Б.:** Наблюдать... *(Смеется.)*

**Ю.З.:** ...в каком-то центре наблюдать за состоянием помещения с точки зрения химического состава веществ.

**Т.Б.:** Для обнаружения наркодилеров?

**Ю.З.:** Насчет наркотиков не знаю, это, кстати, тоже любопытная область аналитических исследований. Нет, тут шла речь прежде всего о газовых примесях. А что касается наркотиков, то тут есть два направления, с одной стороны — их лабораторное изучение, детальное. Но более важно и более интересно — это, конечно, быстрое обнаружение наркотиков в полевых условиях.

**Т.Б.:** Да-да.

**Ю.З.:** На дискотеках и так далее.

**Т.Б.:** На границе где-нибудь... на таможне...

**Ю.З.:** Чтобы милиционер или таможенник тут же обнаруживали наркотики и даже не только обнаруживали сам факт, что наркотик, а какой наркотик.

**Т.Б.:** А это реально, вы думаете?

**Ю.З.:** Реально, абсолютно реально! Более того, давно созданы такие средства, начинались они с тест-средств простейших, основанных на использовании разных растворов, в удобной для тех же милиционеров форме. А сейчас есть установки более серьезные, но и более дорогие. Есть такой метод, не так давно появился. Он называется — спектрометрия ионных подвижностей. Он немножко похож на масс-спектрометрию, но, в отличие от масс-спектрометрии классической, там не требуется никакого вакуума. Этот метод может быть оформлен в виде компактного прибора, который весит, скажем, два-три килограмма. И как в том случае, о котором я вам рассказывал по современным портативным масс-спектрометрам: вы подносите прибор к анализируемому объекту, нажимаете кнопку — и тут же на дисплее получаете результат. Этот метод годится для обнаружения и наркотиков тоже. Его создавали главным образом для обнаружения взрывчатых веществ. Но наркотики тоже можно определять таким образом, причем тип наркотиков.

**Т.Б.:** Само вещество.

**Ю.З.:** Да, само вещество. Прибор градуируют, соответственно, на разные типы наркотиков. Этот метод получил распространение, и у нас он используется спецслужбами. А в Соединенных Штатах он используется в армии для обнаружения взрывчатых и отравляющих веществ, боевых отравляющих веществ. Я где-то читал, что во время не Ирано-иракской войны, а когда...

**Т.Б.:** ...американцы в Ираке были...

**Ю.З.:** ...американцы в Ираке были, десять тысяч солдат имели в своем ранце эти приборы. То есть у них они пошли серийно.

**Т.Б.:** Любой солдат может им пользоваться.

**Ю.З.:** Да-да-да.

**Т.Б.:** Значит, это простой прибор?

**Ю.З.:** Он простой в использовании. Естественно, там заложена наука серьезная, но в использовании очень простой. Масс-спектрометрия ионных подвижностей называется этот метод. Книжки о нем уже, конференции проводятся, посвященные этому методу. Так что решается эта задача довольно успешно.

**Т.Б.:** Юрий Александрович, а среди успехов аналитической химии, которые вы справедливо отметили, они есть и будут, есть ли в этой области какие-то трудности перед наукой, перед учеными, может быть, материальные затруднения? Какие-то факторы мешающие развитию или останавливающие его. Может быть, какие-то этические факторы.

**Ю.З.:** Материальные затруднения всегда есть, денег всегда не хватает.

**Т.Б.:** Да-да. *(Смеются.)* Да, чем больше денег...

**Ю.З.:** И у нас, может быть, особенно. Это очень серьезный ограничивающий фактор на самом деле. Я уж не буду говорить о других наших трудностях, вызванных 1990-ми годами, они общеизвестны. Не стоит, наверно, в эту сферу сильно углубляться. Но есть трудности принципиального характера, трудности, связанные с чисто научной непроработкой вопросов. Приведу один пример. Самыми токсичными веществами сейчас считаются диоксины. Диоксины образуются при горении некоторых веществ, прежде всего синтетического происхождения. Они образуются при получении некоторых химических веществ в производстве. Есть и другие источники диоксинов. Концентрации их, которые нужно определять, чрезвычайно низки. Кроме того, диоксины существуют в большом числе изомерных форм. В общем, это серьезная аналитическая задача. На сегодняшний день она решается только одним методом: масс-спектрометрией так называемого высокого разрешения. Приборы соответствующие дорогие. Очень серьезная требуется пробоподготовка перед использованием приборов. Буквально занимает часы, иногда даже дни. А диоксины определять нужно, в грудном молоке его определяют, в воздухе...

**Т.Б.:** И в воздухе, раз это горение.

**Ю.З.:** ...в водах, особенно когда аварии случаются, а они случались — в частности, в Уфе в 1990 году. Там фенол вылился в воду реки, а воду этой реки перед использованием хлорируют, а при хлорировании фенола образуются диоксины. Соответственно, это была серьезная ситуация. И такие ситуации иногда случаются. В чем тут сложность? Вот я сказал: до сих пор нет простых, надежных, пригодных для массового использования методов определения диоксинов. Когда было подозрение, что президента Украины Ющенко отравили диоксинами, была большая проблема для украинских коллег доказать или опровергнуть эту гипотезу. Анализы делались в Германии, в Австрии...

**Т.Б.:** Ну и что же они доказали?

**Ю.З.:** В Россию, в Россию даже...

Т.Б.: Не доверили! (Смеются.)

Ю.З.: ...не послали, поскольку, как вы помните, чуть ли не намекали, что это...

Т.Б.: Что это отсюда!

Ю.З.: ...российские спецслужбы сделали. В общем, это одна из задач нерешенных, я бы сказал.

Т.Б.: А кто заинтересован в ее решении? Почему она до сих пор не решена? Может быть, это заинтересованность государства в целом? И, следовательно...

Ю.З.: Государства, конечно. Значит, заинтересованы должны быть экологические службы.

Т.Б.: Но это все равно государственная заинтересованность!

Ю.З.: И медики заинтересованы должны быть...

Т.Б.: Ну да! Значит, шаги в сторону решения должны быть со стороны государства.

Ю.З.: Со стороны государства... Кстати, вот я упомянул Уфу. Башкирское правительство в свое время очень хорошо оценило ситуацию, тут же выделило большие деньги на создание аналитических центров, снабдило их хорошими приборами, в том числе масс-спектрометрами высокого разрешения, создало две или три очень хороших лаборатории. И сейчас, я бы сказал, соответствующая служба в Башкирии, наверное, лучшая, чем в любом другом регионе...

Т.Б.: Вот как, не было бы счастья...

Ю.З.: ...потому что власть поняла, что это нужно. Было бы очень хорошо, чтобы наша самая большая, высокая власть...

Т.Б.: ...тоже все это поняла!

Ю.З.: ...поняла, что это нужно. Конечно, есть и другие проблемы, которые надо решать, их много на самом деле.

Т.Б.: Какие, например?

Ю.З.: Ну, какие? Скажем, я упоминал рентгенофлуоресцентный метод анализа. Очень хороший метод, не разрушающий, позволяющий сразу определять много элементов в твердом образце. Незаменим для тех, кто занимается анализом минерального сырья, в металлургии чрезвычайно широко используется. Но метод не очень точный. Ошибка, которую он дает, — это 1%. Это много в ряде случаев, поэтому поднять точность рентгенофлуоресцентного анализа, вообще рентгеновских методов, очень важно. Здесь делаются попытки использовать математические приемы. Иногда успешные, иногда менее, но эта задача все равно стоит. Если бы этот метод, массовый, надежный, простой (относительно простой), был бы еще и точным, ему бы цены не было. Вот это еще один пример. Что еще можно было бы добавить? Анализ нефтепродуктов — чрезвычайно важная область. В анализе нефтепродуктов есть много проблем: скажем, определение серы. Нефти часто загрязнены серой, особенно наши, башкирские...

Т.Б.: Да, сернистые...

Ю.З.: ...татарские, сернистые. Эта проблема более-менее решена, есть простые приборы, которые определяют серу. В частности, как раз рентгенофлуоресцентные. Но анализ нефтепродуктов на основные компоненты — на углеводороды, ароматические, алифатические, делаются, как правило, методом газовой хроматографии. В ряде случаев можно определять (обнаруживать, во всяком случае), до сотни компонентов, иногда даже больше можно пиков получить на газовой хроматограмме. Но хотелось бы чего-то и более простого, более удобного, чем использование газовой хроматографии. И над этим надо работать! Я даже не знаю, какой тут может быть заход помимо газовой хроматографии, что еще может быть использовано, но хотелось бы иметь и альтернативу. Да, почти в любой области, какую бы мы, так сказать, ни копнули, всегда хочется чего-то большего.

Т.Б.: Да.

Ю.З.: С точки зрения быстроты действия...

Т.Б.: Точности.

Ю.З.: ...с точки зрения стоимости, с точки зрения чувствительности, с точки зрения точности, так что аналитикам-исследователям есть...

Т.Б.: Есть куда руки приложить!

Ю.З.: ...есть над чем работать.

Т.Б.: Да, понятно. Раз вы упомянули исследователей, то вот такой вопрос. Хотелось бы, чтобы вы рассказали об этом: общение ученых между собой пятьдесят лет назад и сейчас. Каковы изменения в открытости общения, в частоте общения, конкурентности этой среды. Вот все, что касается общения ученых.

Ю.З.: Я принципиальной разницы не вижу. Те, кто занимался наукой и отдавал науке силы, время и интерес, они и сейчас работают так же. Другое дело, что, может быть, помимо таких людей, искренне увлеченных наукой и не считающихся ни со временем, ни с чем другим, для того, чтобы ей служить, получая при этом удовлетворение, появились люди, для которых научная работа (может быть, в большей степени, чем раньше) — это средство существования, средство материального обеспечения. Хотя наука не так много дает! Это раньше наука юношей питала. (Татьяна смеется.) Кто-то заинтересован в карьере и видит в успешной научной работе условия для продвижения по службе.

Т.Б.: Повышение престижа.

**Ю.З.:** Престиж для ученого вообще-то всегда важен, но как ученого. Честолубие ученого всегда существовало, и это мощный стимулирующий фактор. Другое дело, если оно переходит в мелкое тщеславие. Это, как правило, уже грозит неким нарушением этических норм, но в целом, мне кажется, ситуация в том, о чем вы говорите, то есть в этой культурной среде, в среде общения, принципиально не изменилась. Более того, я думаю, что она и за двести лет, может быть, не очень сильно изменилась. *(Смеются.)* Я имею в виду прежде всего людей творческих, которые занимаются наукой, так как...

**Т.Б.:** Ну, которые действительно что-то новое находят, привносят.

**Ю.З.:** Да-да-да. Конечно, нынешняя молодежь, занимающаяся наукой, более прагматична, но она имеет и существенное, мне кажется, преимущество и, может быть, даже достоинство по сравнению с тем поколением, которое было, скажем, пятьдесят лет назад. Технические средства позволяют быстро накапливать сведения: интернет...

**Т.Б.:** То есть глобализация знаний и доступность знаний...

**Ю.З.:** Да, технические средства облегчают работу. Если раньше нужно было сидеть неделями в библиотеке, чтобы раскопать нужную информацию, сейчас ее можно получить гораздо быстрее. Это облегчает им жизнь и при разумном подходе позволяет за короткое время получить информации больше, чем требовалось пятьдесят-шестьдесят лет назад человеку, чтобы получить тот же объем информации. И, в принципе, это их преимущество. Я уж не говорю о том, что сейчас, скажем, молодежь лучше языки знает, во всяком случае, наша молодежь.

**Т.Б.:** Наша факультетская — определено.

**Ю.З.:** Да-да, определено. Раньше все-таки с языками была проблема. Тем более что изучение языков в наше время, оно, по моему, не преследовало цели выучить язык. *(Смеются.)*

**Т.Б.:** Да, так, для общего развития.

**Ю.З.:** Я шесть или семь лет изучал в школе немецкий язык. Мы изучали грамматику вместо того чтобы общаться, хотя бы на самом примитивном уровне, на живом языке. Это даже не предполагалось. Так что, еще раз возвращаясь к вашему вопросу, я думаю, что здесь радикальных изменений нет.

**Т.Б.:** Вы их не видите?

**Ю.З.:** Я их не вижу. Изменения есть, но они, мне кажется, не такие существенные.

**Т.Б.:** Ну да, вот, может быть, в скорости обмена информацией.

**Ю.З.:** Всегда, всегда было немножко карьеристов, всегда были люди, которые сплетничали, всегда были люди, склонные к интриге.

**Т.Б.:** Да-да.

**Ю.З.:** И тогда, и сейчас. *(Смеется.)*

**Т.Б.:** Идеализировать никакое время нельзя. *(Смеется.)*

**Ю.З.:** Нет, конечно.

**Т.Б.:** Да, это верно. Юрий Александрович, а что для вас научная этика?

**Ю.З.:** Ну, это близко к тому, о чем мы только что говорили. Это некий набор правил, это система отношений в среде научных работников, которая регулирует морально-нравственное поведение. Это набор правил неписаных, которые не позволяют, скажем, в научной статье сфальсифицировать факты или послать одну и ту же статью в два журнала, или приписать себе авторство несделанной работы. Я говорю о таких крайних уже проявлениях. Это неписаные правила. И научный работник должен просто их иметь перманентно у себя, так сказать, в душе, в голове. То есть его не надо заставлять не фальсифицировать. Он должен считать, что это вообще в принципе невозможно. И большинство, конечно, так и считает. Здесь более-менее ситуация благополучная. В систему ведь эту, в набор этических правил входят взаимоотношения, скажем, учитель—ученик или система взаимоотношений между работниками по горизонтали, когда человек может помочь своему соседу в решении какого-то вопроса, а не будет думать: «Не пострадаю ли я от этого?»

**Т.Б.:** «Стоит ли мне делать или не стоит?»

**Ю.З.:** «Стоит ли мне или он защитит быстрее меня?» В целом, я думаю, ситуация здесь нормальная.

**Т.Б.:** А отличаются ли чем-нибудь какие-то наши неписаные этические нормы и правила от тех, которые существуют у зарубежных коллег?

**Ю.З.:** Наш менталитет, из советских времен доставшийся нам, даже не только из советских времен, наверное, начиная с деревенской общины, — у нас все-таки развито чувство коллективизма и взаимопомощи...

**Т.Б.:** Больше, чем...

**Ю.З.:** ...в гораздо большей степени, чем, скажем, в Соединенных Штатах Америки, где торжествует индивидуализм, где существует соревнование, конкуренция на всех уровнях, в том числе, как я сказал, на уровне горизонтальном, когда два человека работают в одной лаборатории. Мы всегда поможем, всегда откликнемся, если нужна помощь, сочувствие, в большей мере, чем это могут сделать наши коллеги, в особенности в Соединенных Штатах, мне кажется. И жалко будет, если мы это чувство взаимопомощи, коллективизма нашего российского растеряем. Это будет жалко.

**Т.Б.:** А вы думаете, к этому идет?

**Ю.З.:** Мне кажется, что да, есть такая небольшая тенденция. Она ползучая, может быть, не очень четко выражена, но, мне кажется, — есть она, есть. Надо дорожить нашим менталитетом в этом плане.

**Т.Б.:** Да-да. Он вообще-то в жизни помогает, вот такое отношение.

**Ю.З.:** Конечно-конечно.

**Т.Б.:** Здесь есть еще оборотная сторона, такой коллективизм, он позволяет дать списать...

**Ю.З.:** Это конечно, да. Не донести — в Америке принято доносить на соседа.

**Т.Б.:** Не донести, да-да-да-да-да. А тут дать списать. Кто у них там даст списать? Там у них, наверное, с этим...

**Ю.З.:** Это вы правильно говорите. Кроме того, это ведь условия для круговой поруки, это условия для взаимопрощения даже тогда, когда прощать, может быть, и не надо. Если мы все друг другу хотим помогать, это может перейти разумные границы.

**Т.Б.:** Да-да-да.

**Ю.З.:** Это палка о двух концах на самом деле, но все-таки позитива, мне кажется, больше.

**Т.Б.:** Да, наверное. Не перегибать палку везде важно, конечно. А какие бы вы выделили важные факторы, важные, может быть, принципы, вот вы упомянули о них: взаимоотношения «учитель—ученик», в этическом смысле. Как с одной стороны, так и с другой.

**Ю.З.:** Мне кажется, что очень важно — и это условие нормальных отношений — взаимное уважение ученика и учителя. Кроме того, мне кажется существенно, чтобы один у другого учился. И учитель тоже может учиться у ученика.

**Т.Б.:** Ну да, сейчас у молодежи тоже есть чему поучиться.

**Ю.З.:** Не вставлять в позу, не проявлять надменности по отношению к ученику. А ученик, соответственно, должен брать максимально все то полезное, что может у учителя взять. И испытывать при этом чувство благодарности к нему. Не предавать учителя. Другое дело, что он, ученик, не должен быть просто копировальщиком, не должен просто освоить то, что ему дал учитель, и на этом остановиться, он должен двигаться вперед. Более того, ученик должен превзойти своего учителя, во всяком случае к этому стремиться. Пример Державина в этом смысле для нас поучителен. Он признал, что ученик его превзошел, и отметил это публично. Надо иметь мужество для этого.

**Т.Б.:** Это да. И учитель не должен ревновать ученика к успеху.

**Ю.З.:** Не должен ревновать, хотя это довольно сложно бывает иногда, но не должен. Учитель должен исходить из того, что ученик обязан его превзойти, он должен себя в этом смысле преодолеть, а иначе прогресса не будет.

**Т.Б.:** Да, иначе зачем, если делать только свою копию.

**Ю.З.:** Он должен максимально подготовить почву, унавозить ее для ученика, ученик должен потом расти сам.

**Т.Б.:** Но это честь и учителю, если у него такой ученик.

**Ю.З.:** Естественно, естественно! И он должен гордиться, что он вырастил такого ученика, который пошел дальше.

**Т.Б.:** Да-да.

**Ю.З.:** Это очень существенно. И может быть такая ситуация, что ученик выросший будет думать, что в чем-то его учитель был не прав.

**Т.Б.:** И как быть тогда?

**Ю.З.:** Это ситуация тяжелая. С одной стороны, как честный ученый, он должен об этом сказать — что учитель был не прав. Как ученый!

**Т.Б.:** Да.

**Ю.З.:** Но как ученик он испытывает при этом, естественно, довольно...

**Т.Б.:** Сложную гамму чувств!

**Ю.З.:** ...сложную гамму чувств. И решение может быть здесь самым разным в зависимости от человека, который пришел к этому выводу. Мне кажется, если учитель жив-здоров, ученик должен прежде всего ему, учителю своему, сказать: вот здесь, мне кажется, вы не правы. Ну, а дальше уж события будут развиваться в зависимости от конкретной ситуации. *(Смеются.)*

**Т.Б.:** И от личности учителя в конечном итоге...

**Ю.З.:** Это, кстати, ситуация очень реальная, очень возможная. И здесь сложная гамма чувств будет одолевать ученика. Но рецептов тут единых невозможно дать.

**Т.Б.:** Ситуации все очень индивидуальные.

**Ю.З.:** Конечно.

**Т.Б.:** Юрий Александрович, а вы согласны обсудить тему: ученый-естествоиспытатель и религия?

**Ю.З.:** Можно что-то на эту тему сказать недлинно, потому что для меня ситуация здесь достаточно определенная. Я не очень понимаю, как Иван Петрович Павлов, будучи выдающимся ученым, одновременно верил в Бога. Он не единственный,

ученых таких было много. Мне это не очень понятно, потому что все-таки ученый-естествоиспытатель видит, не может не видеть парадоксы, к которым приводит вера.

**Т.Б.:** Вообще концепция присутствия Бога.

**Ю.З.:** Концепция присутствия Бога, да. Не может не видеть... Значит, он не давал себе додумать до конца эту проблему, мне так кажется. В общем, я исхожу из того, что наука и религия несовместимы.

**Т.Б.:** Особенно естествознание, скорее всего.

**Ю.З.:** Особенно естествознание, конечно. История многих веков показывает, что многие постулаты церкви, которые считались незыблемыми, постепенно естественными науками отвергались, опровергались.

**Т.Б.:** Находились какие-то более рациональные...

**Ю.З.:** И церковь возразить по существу-то ничего не может. Поэтому на эту тему я бы не стал долго говорить, для меня ситуация здесь достаточно ясная. И даже не очень понятно: почему периодически, даже в полунаучной среде появляется желание вернуться к догматам церковным. Происхождение человека, скажем.

**Т.Б.:** Да, мне тоже непонятно: какие-то эти...

**Ю.З.:** Дарвинская теория, теория эволюции...

**Т.Б.:** ...судебные разбирательства насчет того, что...

**Ю.З.:** Да, разбирательства: какая-то там девочка подает в суд под влиянием своей мамы, по-видимому, да?

**Т.Б.:** Да-да-да.

**Ю.З.:** Мне это не очень понятно. Если уж говорить немножко за пределами науки, то мне совершенно непонятно, что руководители высокого ранга в нашем государстве идут иногда навстречу церкви там, где в этом нет большой необходимости.

**Т.Б.:** Что вы имеете в виду?

**Ю.З.:** Вплоть до нарушения конституции. У нас по конституции церковь отделена от государства, а если предлагается выпускникам духовных академий диплом и значок выпускника государственного образца, то, мне кажется, что...

**Т.Б.:** Это не совсем правильно.

**Ю.З.:** Да, есть некое нарушение этого конституционного положения об отделении церкви от государства.

**Т.Б.:** Да, с другой стороны, это уже сращивание.

**Ю.З.:** Если руководители нашего государства ходят в церковь на Пасху и в Рождество, это их личное дело. Другое дело, что, может быть, необязательно это показывать каждый раз по телевидению. Здесь тоже уже, мне кажется, некий перебор.

**Т.Б.:** Да, пропагандистский такой момент.

**Ю.З.:** Совершенно верно. Пожалуйста, ходите, молитесь — это ваше личное дело.

**Т.Б.:** Да, действительно.

**Ю.З.:** Есть еще, мне кажется, такие проявления, которые говорят, что государство излишне заигрывает сейчас с церковью. Эти дискуссии по введению в школах курсов типа «Основы православия». Слава Богу, кажется, это не вводится, но сама постановка вопроса и серьезные обсуждения — это ведь тоже на грани, это тоже близко к нарушению конституционного положения.

**Т.Б.:** Особенно если такие курсы делать обязательными...

**Ю.З.:** Я понимаю, что когда вводится курс «История религии», — это замечательно. Потому что религии — это...

**Т.Б.:** Общекультурный курс.

**Ю.З.:** Религии играли огромную роль в истории, разные религии, и знать это нужно, безусловно.

**Т.Б.:** Да.

**Ю.З.:** А как можно обсуждать церковные, крестовые походы или гуситские войны, не зная основ религии, истории религии? Это правильно, но отдельные религии изучать в школе, мне кажется, — это перебор. Ну, это — другая тема.

**Т.Б.:** Это тоже интересная тема и, так сказать, общественно актуальная...

**Ю.З.:** Конечно-конечно.

**Т.Б.:** Ну а, раз мы перешли к событиям общественной жизни, какое событие общественной жизни, может быть, последнего десятилетия вас особенно обрадовало или вдохновило, а что, наоборот, огорчило и заставило задуматься?

**Ю.З.:** Если говорить о нашей стране, то...

**Т.Б.:** Да, для начала.

**Ю.З.:** ...меня очень беспокоит, что до сих пор и общество, и государство, и лидеры государства, не выработали цели, не поставили задачи, к которым мы должны стремиться. Мы плывем по течению. Нет мобилизующих факторов. Вот были

разговоры о национальной идее. Как бы это ни называть!

Т.Б.: Ну да.

Ю.З.: Но цель, некая цель должна быть сформулирована. Пусть она будет достаточно широкая. Как говорил Солженицын: «Сохранение народа». Или: «Резкое повышение жизненного уровня», причем с какими-то показателями. Цель может быть по-разному сформулирована, но, мне кажется, она должна быть. И отсутствие ее меня постоянно беспокоит, потому что при отсутствии цели возможно шараханье из стороны в сторону.

Т.Б.: Ну да, какие мы взгляды поддерживаем, и куда мы устремились за другими...

Ю.З.: Да-да, некая неопределенность. А то, что может как-то радовать, хотя это слово достаточно сильное в этой ситуации за последние десять—двенадцать лет, с начала XXI века, скажем. Мне кажется, мир все больше и больше осознает, что войны должны быть искоренены. Это не получается на самом деле.

Т.Б.: Да, довольно много еще вооруженных конфликтов.

Ю.З.: Довольно много войн. Но мне кажется, зреет сознание, что надо каким-то способом избегать войн.

Т.Б.: Как-то договариваться.

Ю.З.: Как-то договариваться, да. Мне кажется, слабенькая тенденция есть, и это ободряет. А ведь это исключительной важности вопрос. Если человечество осознает сверху до низу, что войны не нужны, — это резко изменит всю ситуацию в мире. Мы ж с вами наблюдаем войны, во все исторические времена они были.

Т.Б.: Кроме того, существует мнение, и наверное небезосновательное, что войны — двигатель прогресса, в том числе для развития промышленности.

Ю.З.: Ну это да, конечно, но при этом потери огромны.

Т.Б.: Это если иметь в виду человеческие потери и обогащение...

Ю.З.: Я исхожу из того, что войны — не способ решения никаких проблем: ни экономических, ни политических, надо искать другие пути. Было несколько ситуаций, когда мы стояли на грани войны и избегали ее.

Т.Б.: И это хорошо.

Ю.З.: И это замечательно.

Т.Б.: Юрий Александрович, возможно, какой-то вопрос я вам не задала, но вам было бы интересно на него ответить или что-то сказать по этому?

Ю.З.: Мы с вами в прошлый раз говорили, что, может быть, надо обменяться мнениями по поводу Академии наук.

Т.Б.: Да, кстати.

Ю.З.: Поскольку ситуация сейчас непростая в отношении общества и государства к Академии наук.

Т.Б.: Да, это было бы как раз интересно.

Ю.З.: К сожалению, многие из тех, кто стоит у руля управления наукой в стране, прежде всего Министерство образования и науки, исходят из посылки, что надо сделать примерно так, как в Соединенных Штатах Америки, где прекрасная наука, замечательная наука, хорошая наука, которая развивается главным образом в университетах. Раз у них хорошая наука, и она в университетах, значит, чтобы у нас была хорошая наука, надо ее иметь в университетах. Вот такая посылка. Это только один вывод, который делают наши руководители науки. Я думаю, что этот подход основан на не очень хорошем знании нашей истории, нашей специфики и наших возможностей. У нас наука пошла из Академии наук. У нас и вузы-то создавались в значительной мере под эгидой Академии наук. Совсем не так, как на Западе.

Т.Б.: С участием тех же самых академиков.

Ю.З.: Совершенно верно. На Западе наука формировалась как? Монастыри, отдельные ученые, алхимики...

Т.Б.: Университеты потом...

Ю.З.: ...потом университеты, начиная с XI—XII века.

Т.Б.: Да-да-да.

Ю.З.: У нас наука родилась в Академии наук в XVIII веке, а вузы серьезные появились только в XIX веке. Был Горный институт, еще один-два.

Т.Б.: Это тоже начало XIX века.

Ю.З.: Нет, Горный институт еще в XVIII веке появился. Он назывался Горный корпус...

Т.Б.: Горных инженеров. *(На самом деле в XVIII веке это было Горное училище в Санкт-Петербурге, затем Горный кадетский корпус и наконец Горный институт. — Ред.)*

Ю.З.: ...горных инженеров, да. Это все-таки мелочь на самом деле. У нас другая история, у нас наука всегда была связана с Академией. Я всегда говорю, когда начинают говорить, что Академия ничего не дает: у нас мало Нобелевских премий, но все Нобелевские премии, которые у нас получены за науку, получены за работы, выполненные в Академии наук. Все до одной.

**Т.Б.:** Пожалуй.

**Ю.З.:** Это точно. У нас вузы, за исключением нескольких, двух-трех-четырех, всегда были в научном отношении на подхвате, они всегда были слабее, чем академические институты. Они были, во-первых, плохо оснащены, во-вторых, преподаватели были заняты преподавательской работой, перегружены, им было не до науки. И изменить эту ситуацию, даже если бы мы решили это сделать завтра, было бы очень сложно. И мы бы еще больше отстали. Мы уже отстали сильно.

**Т.Б.:** Потеряли бы то, что имели.

**Ю.З.:** Мы и потеряли бы еще больше, отставание было бы еще больше. Поэтому с Академией наук надо обращаться очень бережно. Но решения, которые принимались в последние годы, были все, мне кажется, не оптимальными. В том числе и для Академии наук, и для развития науки в целом.

**Т.Б.:** Какие решения вы имеете в виду?

**Ю.З.:** Они какие-то были странные, не с того конца заходили. Пример –«Сколково». Центр «Сколково» создавался, во всяком случае как говорилось, не для развития науки фундаментальной, а для того чтобы коммерциализировать науку. То есть имеющиеся научные результаты довести до дела.

**Т.Б.:** До производства.

**Ю.З.:** До внедрения. Замечательно! Но прежде чем что-нибудь внедрять, надо это что-то получить. Начинать надо с другого конца. Надо дать импульс фундаментальной науке, науке прикладной — и тогда внедряйте, пожалуйста, если будет что внедрять. Сейчас внедрять-то нечего. И создавать центр для внедрения, я утрирую...

**Т.Б.:** Неизвестно чего...

**Ю.З.:** ...неизвестно чего? Не с того конца. Правильнее было бы: деньги, которые вложены в «Сколково», дать той же Академии наук, тем же академгородкам, которых очень много, в которых есть инфраструктура, не надо строить новые дороги и копать фундаменты, котлованы.

**Т.Б.:** И здания есть, и институты работают.

**Ю.З.:** И здания, и люди еще остались.

**Т.Б.:** И люди еще работают.

**Ю.З.:** Дайте туда деньги, дайте зарплату хорошую научным сотрудникам, молодежь туда пойдет. Инфраструктура есть, традиции есть, задел есть, есть старички, которые передадут опыт, и вы через пять-шесть лет получите результаты, которые можно будет внедрять. Зашли не с того конца. Потом какие-то странные, мне кажется, шаги по привлечению иностранных ученых (мега-гранты я имею в виду) — огромные деньги, сумасшедшие. Опять же, дайте эти деньги в существующий институт, он через короткое время даст вам результаты неплохого уровня. Почему нет?

**Т.Б.:** Да, купить приборы, дать людям зарплату.

**Ю.З.:** Прежде всего, конечно, надо людей поддержать. Молодых. Надо давать им зарплату и давать жилье. И тут же наука вырастет. Мне кажется, эти шаги какие-то искусственные. Нельзя сказать, что денег мало потратили. В последнее время тратили довольно много денег, но не совсем туда. Я уж не говорю о грантах Минобрнауки в последние годы, которые давались не лучшим образом. С очень сложной документацией, на которую нужно тратить массу времени, с нелепой отчетностью, с составлением отчетов на сто страниц, которые никто никогда читать, естественно, не будет. Непрозрачность конкурсов, откаты. Все мы знаем, что они были. В общем, тут нужно просто навести порядок. И эти же деньги, даже те, которые уже выделяются и выделялись, если бы пустить их более разумно, мы бы выиграли гораздо больше. Я уже не говорю о воровстве: то же «Сколково» и так далее.

**Т.Б.:** Ну, да. Там уже шум начался, насчет того, что...

**Ю.З.:** Это было с самого начала ясно, что «Сколково» — это... Академия наук, кстати, очень настороженно отнеслась к созданию «Сколково». С ней никто и не советовался, как и в большинстве случаев, когда принимаются решения по науке, — с Академией наук не советуется.

**Т.Б.:** А потом становится понятно, что... *(Смеется.)*

**Ю.З.:** Сидят там эти старички...

**Т.Б.:** Ретрограды.

**Ю.З.:** ...ретрограды, да. А ведь это не совсем так, там все-таки много здравомыслящих людей, которые делали и делают много для науки. И эта организация не прогнившая, хотя элементы гнилости можно найти где угодно, но все-таки эта организация солидная, серьезная...

**Т.Б.:** Да-да, серьезная, конечно.

**Ю.З.:** ...работоспособная. Так что по части Академии наук, мне кажется, государство не очень правильно себя ведет.

**Т.Б.:** С большим вниманием нужно бы относиться.

**Ю.З.:** Безусловно.