



## **Перспективы современной науки и образования с точки зрения теории сложных систем**

В книге «Сложносистемное мышление: материя, разум, человечество. Новый синтез» профессор Клаус Майнцер — один из крупнейших в мире специалистов в области теорий сложности, хаоса, познания и искусственного интеллекта — размышляет о непрерывном усложнении нашего мира. И действительно, все сложнее становится современная техника, на рынке появляются новые товары и услуги. Однако для того, чтобы пользоваться современным компьютером, совсем не обязательно владеть языками программирования.

О том, усложняется ли современный социум или, наоборот, упрощается, о сложных взаимосвязях этики и ответственности, о современном реформировании науки и образования — в интервью директора Академии им. Карла фон Линде, заведующего кафедрой философии Технического университета Мюнхена, президента Немецкого общества сложных систем и нелинейной динамики, доктора философских наук, профессора Клауса Майнцера заместителю заведующего кафедрой управления социальными и экологическими системами РАГС при Президенте Российской Федерации Игорю Москалеву специально для журнала «ЭС».

*Уважаемый профессор Майнцер, так все-таки усложняется современный социум или, наоборот, упрощается, концентрируя интеллект и капитал в определенных узкопрофессиональных сферах?*

Мир становится все сложнее. Это связано с усложнением наших инструментов. Раньше обществу служили простейшие машины. Представьте себе рычаг и подъемные блоки времен Античности и Средневековья. В эпоху Нового времени технические устройства становятся еще более сложными. Если ранее машины основывались только на законах статики, то теперь к ним добавляются динамические законы механики. Подумайте, например, о точных часовых механизмах XVII–XVIII веков как первых примерах технических автоматов. В XIX веке возникло учение о теплоте (термодинамика), которое привело к появлению паровых машин. Процесс Карно, связанный с превращением тепловой энергии в движение, вдохновил инженеров на создание машин, близких к идеальным. Это развитие привело к появлению в конце XIX века двигателей внутреннего сгорания Дизеля и Отто, что позволило механизировать общество.

С появлением машин и моторов общество стало сложнее и разно-

образнее. Индустриальное общество пришло на смену аграрному. В России этот процесс политически связан с Октябрьской революцией. Однако по мере нарастания сложности технологии становятся все менее доступными для понимания. Уже паровая машина является достаточно мудреным устройством. Я даже не берусь предположить, сколько современных школьников не способны понять ее устройство. Имеются в виду принципы, лежащие в основе этой техники. Такие физические законы, как закон сохранения энергии или второе начало термодинамики. Вообще вся техническая термодинамика и двигатели внутреннего сгорания. Люди едва успевают обучаться обслуживанию этих машин. Подумайте, например, о водителях, которые управляют автомобилями. Лишь немногие разбираются в технических процессах. Также и закон рычага — гениальное изобретение Античности. Многие его использовали, но лишь такие, как великий Архимед, понимали его принцип действия.

В этом смысле знание, которое стоит за техническим и цивилизационным развитием, постоянно усложняется. Тем не менее люди всегда могли к нему приспособиться. Причина в том, что обслуживание технических систем всегда было настолько простым, насколько это было возможно. Это является главным условием восприятия техники человеком.

Сегодня у нас есть Интернет и компьютер. Каждый может читать необходимые «иконки» на экране. По сути это язык зрительных образов, который можно выучить посредством определенных стимулов и реакций. С его помощью можно использовать технические приборы, не разбираясь в сложных компьютерных программах.

Мы убеждены в том, что обслуживание технологии должно быть

организовано как можно проще, хотя стоящие за этим системы становятся все сложнее. Мы доверяем небывало сложной машинерии, на которой держится наше общество. Это касается не только техники, о которой я сейчас говорю, но также социальных и экономических систем.

Точно так же мы можем рассмотреть историю развития социальных и экономических систем начиная с простых обществ Античности и Средневековья, основанных на обмене, и раннего

## **В демократическом обществе система социального обслуживания должна быть доступна пониманию как профессора, так и уборщицы.**

капитализма эпохи Ренессанса. Параллельно с этим развиваются естествознание и техника. (Вспомните, например, Галилея и Леонардо да Винчи.) С ранним капитализмом в математике появляется процентное исчисление, теория математических последовательностей, рядов и сходимости, которая особенно тесно связана с понятием «ускорение» в механике.

С возникновением банковской системы появляется сложная экономическая машина, в рамках которой стали возможны такие экономические инновации, как страхование, биржевая деятельность и финансовые рынки. Экономическая машина связана с развитием все усложняющейся социальной системы. Подумайте о системе управления в нашем обществе, в которой в одиночку вообще нельзя разобраться. Мы вынуждены ей доверять. Но для того чтобы целое было нам подвластно, управление социальной системой должно быть организовано предельно просто.

Правда, нам это не всегда удастся. В среднем люди сегодня не умнее и не глупее, чем раньше. IQ выводится из среднестатистическо-

го распределения в соответствии с кривой Гаусса. Можно предположить, что по биологическим основаниям распределение умственных способностей на протяжении нескольких поколений остается постоянным. И если это так, то управление техническими, экономическими и социальными системами и их обслуживание должны оставаться простыми. Как и раньше, лишь немногие будут иметь представление о сложном механизме нашей социальной, экономической и технической системы.

Уже Макс Вебер говорил о том, что мир труда стал настолько разнообразным, что все мы работаем в рамках своих узкопрофессиональных специализаций. В то же время в повседневной жизни эти системы должны оставаться общедоступными. Если я как профессор университета специализируюсь в одной области, то в другой являюсь дилетантом. Я это замечаю каждый раз, когда заполняю налоговую декларацию, что в Германии является довольно трудной задачей, практически неразрешимой без специальных консультантов. При этом в демократическом обществе система социального обслуживания должна быть доступна пониманию как профессора, так и уборщицы.

*Сложные системы способны к самоорганизации — рождению порядка из хаоса. В то же время, усложняясь, мир становится все более хрупким. Как Вы считаете, можно ли достичь предела сложности?*

Да. Прежде всего существуют границы сложности в математическом смысле, то есть границы сложности можно определить математически. Здесь подразумеваются границы логической вычис-

лимости. Они связаны, например, с теоремой Геделя о неполноте, доказывающей, что формальные системы, в которых можно определить основные арифметические понятия, принципиально не полны. Тем самым подразумевается, что они охватывают не всю истину: всегда есть утверждение, истинность которого не может быть определена с помощью формальных алгоритмов (в том числе компьютерных программ).

Таким образом, всегда есть «слепые пятна», которые формальная система не может описать. Эта великая мысль была доказана Геделем математически. Однако в принципе человек может настолько расширить такие формальные системы, что они будут описывать известные «слепые пятна». Однако и в расширенной системе снова появятся «слепые пятна», которые можно будет описать в еще более расширенной формальной системе и т.д.

Мы можем предлагать все более строгие и подробные формальные процедуры, как, например, в информатике, однако принципиально невозможно создать супермашину, способную определить всю истину. Мы будем вынуждены постоянно совершенствовать наши машины, но никогда не получим супермашину.

Это ведет нас к другой принципиальной границе — границе предсказательной силы теорий. Принципиально невозможно сделать долгосрочный прогноз развития системы, которая обладает свойством универсальной вычислимости. В этом есть нечто фундаментальное. «Принципиально» означает здесь, что мы не можем создать такой суперкомпьютер, который бы позволил сделать нам эти предсказания.

Универсальной вычислимостью обладают универсальные машины, которые способны моделировать любые машины и алгоритмы. В принципе каждый офисный

компьютер в какой-то мере является такой машиной, поскольку на нем могут быть запущены различные компьютерные программы. В этом отношении каждый компьютер выполняет то же самое, что по меньшей мере могла бы выполнять универсальная ма-

## **Мы должны готовить детей и молодежь к жизни в сложном мире, должны крайне внимательно следить за тем, что мы прививаем им.**

шина. Разумеется, универсальные машины представляют собой некоторый идеальный логико-математический концепт в отличие от наших реальных компьютеров с конечной памятью и ограниченным ресурсом работы.

Логико-математический концепт идеальной машины восходит к британскому логик Алану Тьюрингу. Поэтому сегодня говорят об универсальной машине Тьюринга. Если некоторая машина обладает свойством универсальной вычислимости, то невозможно предсказать результаты ее развития. Основанием является знаменитая «проблема остановки» Тьюринга. Не существует алгоритма, с помощью которого компьютерная программа могла бы решить, остановится ли она после некоторого числа шагов, закончив вычисления, или будет продолжать работать и процесс вычисления не закончится. Если бы можно было сделать долгосрочный прогноз развития системы методами универсального вычисления, то можно было бы также предсказать, прекратится ли развитие системы. Поскольку речь идет об универсальной системе, которую может смоделировать любая компьютерная программа, то вопреки выводу Тьюринга проблема остановки была бы решаемая для любой компьютерной программы.

Таков предел нашей способности познания. Этот вывод просто гениален с точки зрения филосо-

фии и математической логики. Он является величайшим открытием XX века, которое можно сравнить только с теорией относительности и квантовой механикой. В отличие от физики этот вывод был получен посредством простого размышления.

Свойство универсальной вычислимости не столь необычно, как может показаться. Недавно мы с моим коллегой сумели доказать, что этим свойством обладают даже относительно простые системы. Примером являются так называемые клеточные автоматы, открытие которых связано с именами Дж. фон Неймана и Конрада Цузе — пионеров компьютерных технологий. Принцип работы клеточных автоматов настолько прост, что его может понять даже ребенок. Представьте себе клеточное поле, как на шахматной доске. Каждую клетку будем рассматривать в качестве элементарного автомата, который способен менять свое состояние (например, принимать черный или белый цвет). Простые правила определяют то, как конкретный автомат (клетка) будет менять свое состояние (то есть свой цвет) в зависимости от состояния своих соседей (других клеток). В результате выполнения этих правил с течением времени возникает цветной узор, который может напоминать рост многоклеточных организмов, например морских кораллов.

Отдельные правила совсем просты. Например, если у одной клетки четыре соседние клетки черного цвета, то эта клетка должна стать белой. Коллективное применение данного правила в некоторых случаях может привести к появлению очень сложных структур, и их развитие непредсказуемо. Они обладают свойством универсальной

вычислимости. В этом случае долгосрочное прогнозирование принципиально невозможно по логико-математическим основаниям. Если бы многочисленные клетки головного мозга обладали свойствами универсальной вычислимости, то их динамика была бы также непредсказуема.

Здесь возникают границы предсказуемости, которые следуют из теории хаоса и теории сложных систем. Хаотические системы (например, неустойчивая погода) чувствительны к малейшим изменениям начальных условий («эффект бабочки»). Системы с незначительно различающимися начальными условиями вначале ведут себя схожим образом. Затем начинает экспоненциально нарастать вычислительная емкость, что практически исключает возможность дальнейшего прогнозирования. Поэтому прогноз погоды можно делать только на ближайшие два-три дня. В противном случае это будет скорее угадыванием.

В теории сложных динамических систем указываются точные границы сложности для возможных прогнозов, что демонстрируют модели динамических систем в природе, экономике и обществе. Эти проблемы я рассматриваю в своей книге о сложных системах, которая была переведена на русский язык. Непредсказуемость всегда также означает ограничение возможностей управления. (Представьте себе, например, сложность нашего мозга.) Поэтому подобные рассуждения имеют не только теоретическое, но и огромное практическое значение.

*Как тогда, по Вашему мнению, система образования может учитывать возрастающую сложность? Нужно ли реформировать университеты? В правильном ли направлении идут изменения? Как Вы оцениваете современные реформы, например Болонский процесс?*

Мы должны готовить детей и молодежь к жизни в сложном мире.

Это, конечно, не означает, что сегодня людям требуется больший объем мозга для хранения все большего количества знаний. Если наши интеллектуальные способности статистически имеют такое же распределение, как и у предыдущих поколений, то все зависит от того, что именно и как мы изучаем. Раньше многие способные люди лишь в силу своего социального статуса были вынуждены заниматься простым неквалифицированным трудом. При сегодняшних возможностях получения образования они могли бы стать врачами, инженерами и менеджерами. Таким образом, все зависит от того, как мы используем наш интеллект. Поскольку и сегодня существуют естественные границы для получения знаний (в том числе и для способных людей), то люди изучают лишь самое важное в различных дисциплинах. Поэтому мы должны крайне внимательно

но следить за тем, что мы прививаем нашим детям и ученикам.

Процесс обучения связан со сложностью. Я уже упоминал о механике, которая была основой науки XVIII–XIX веков. В основе самой механики лежит принцип каузальной причинности, согласно которому каждое действие имеет одну единственную причину. В философии познания XVIII–XIX веков каузальное мышление было на первом плане. Однако в эпоху сложных систем классическая каузальная схема меняется.

В классическом понимании причина и следствие всегда пропорциональны: малая причина (например, толчок маятника) ведет к маленькому действию. Но это верно, когда взаимодействуют только два фактора. Математически это описывается легко решаемыми линейными уравнениями. В сложном мире со многими взаимодействиями причина и следствие перестают быть пропорциональными. Если во время прогулки по лесу в жаркую сухую погоду кто-то бездумно выбросит окурок, то это может вызвать пожар, от которого пострадают жители миллионного города.

Другой пример — недавний экономический кризис. Он возник из



небольшого конфликта на рынке ценных бумаг на восточном побережье Северной Америки. Многие банки слишком легко раздавали кредиты клиентам, не обладающим достаточным собственным капиталом. Эти кредиты шли на покупку ценных бумаг, которые были объектом рыночных спекуляций. Когда в конце концов все рухнуло, то благодаря глобализации банковской системы случился «эффект бабочки», который ввел банки всего мира в штопор. Например, Банк Баварии также испытал большие трудности. Это типично для нелинейных сложных систем.

## Сегодня, рассматривая какую-либо проблему, мы учитываем ее сложные взаимосвязи, включая вопросы этики и ответственности.

Или вернемся к системе образования. Наши дети и молодежь должны быть подготовлены к этому нелинейному и сложному миру. Они должны его воспринимать. «Эффект бабочки» ни в коем случае не означает, что люди должны быть боязливыми и апатичными: «О Боже, нам вообще ничего нельзя делать, а то могут произойти катастрофы!» Это было бы абсолютно неверно. Напротив, необходимо, чтобы люди учились мыслить, действовать и вести хозяйственную деятельность в соответствии с принципами устойчивого развития (sustainable development), то есть мы должны учитывать разнообразные последствия нашей деятельности.

Идея устойчивого развития непосредственно связана со сложностью и нелинейностью. Принцип устойчивости развития возник в сельском хозяйстве как требование использовать такое количество ресурсов (например, древесины), какое может быть восполнено (например, в виде лесных посадок). Однако идея устойчивости развития может быть перенесена и в экономику, и в технику. Сегод-

ня, рассматривая какую-то проблему, мы учитываем ее сложные взаимосвязи, включая вопросы этики и ответственности.

Приведу один пример. Я участвую в проекте автомобильного концерна BMW. Проект посвящен устойчивому развитию и внедрению идей теории сложности в систему образования. Прежде всего речь идет о подготовке руководящих кадров. Руководители в экономике, политике и государственном управлении должны быть готовы к сложности, нелинейности и к обеспечению устойчивого развития. В концерне BMW

было создано это направление, поскольку в будущем создатели автомобилей должны будут учитывать сложные взаимосвязи факторов внешней среды, экологии, энергетике и наши взгляды на жизнь.

Но речь здесь идет не только о руководящих кадрах. Понимание этого университет должен формировать уже у студентов, то есть у будущих инженеров, экономистов, ученых естественно-научного профиля и у гуманитариев, преподавателей и врачей. Примечательным в программе BMW является то, что идея устойчивого развития должна быть внедрена даже в школах и детских садах. Восприятие сложности и идеи устойчивого развития должно войти в плоть и кровь людей. Это является важной предпосылкой системы образования и воспитания в будущем.

В ЕС в системе университетского образования действуют критерии Болонского процесса, согласно которым студенты должны наравне со своей основной специальностью получать также определенные кредиты в междисциплинарных областях знания. Пред-

лагаемые междисциплинарные курсы посвящены методам и теории познания, которые выходят за рамки их собственной специальности. На этих занятиях студентов побуждают изучать методологические основания других дисциплин и сопоставлять с собственной специальностью.

Это имеет практическое значение, так как сегодня исследовательские и инновационные проекты выходят за рамки классических дисциплин, например, физики, химии, биологии или техники. Возьмем, к примеру, тему энергии. Она рассматривается сегодня не только в рамках физики, но и экономики и экологии. Эта тема связана с рынком труда, социальными и политическими вопросами.

Инновации тоже выходят за рамки узкопрофессиональных сфер, например инновации в окружающей среде. Проблемы окружающей среды и экологии сегодня не только являются предметом биологии, но и затрагивают также экономику и социальные вопросы.

На этих принципах должна быть основана система образования, поэтому междисциплинарные подходы имеют здесь ключевое значение.

*Профессор Майнцер, расскажите, пожалуйста, в связи с этим об опыте Академии им. Карла фон Линде при Техническом университете города Мюнхена, директором которой Вы являетесь.*

Задачей Академии им. Карла фон Линде является разработка междисциплинарных курсов для всех дисциплин, преподаваемых в Техническом университете Мюнхена.

С начала XX века в соответствии с идеями М. Вебера профессиональное образование становится все более специализированным. Однако этого недостаточно в современном сложном мире. Технический университет Мюн-

хена готовит прежде всего специалистов инженерно-технической сферы. По причине своего узкоспециализированного образования инженеры и ученые до сих пор не были подготовлены к управленческой деятельности. Сегодня руководство и управление необходимо на всех уровнях промышленного предприятия. Поэтому возникает потребность в дополнительном образовании. Дополнительное образование касается социально-коммуникативных навыков, вопросов этики, ответственности. Инженер — это не шестеренка в механизме предприятия, а тот, кто определяет технический процесс и несет ответственность.

Поскольку мы живем в техногенной цивилизации, то инженеры и естествоиспытатели прежде всего обращают внимание на сложность естественно-научных и технических взаимосвязей. Они должны понимать сложные процессы в техническом мире подобно врачам, разбирающимся в сложном организме. Руководство людьми и менеджмент требуют других компетенций и способностей по сравнению с техническим планированием и конструированием. Эти социогуманитарные знания могут и должны приобретать студенты всех специальностей. Юристы, экономисты и социологи традиционно были более подготовлены к решению управленческих задач, так как в процессе профессионального обучения они осваивали необходимые коммуникативные и социальные навыки.

Так быть ни в коем случае не должно. По моему опыту, студенты, обучающиеся на инженерно-технических и естественно-научных специальностях, гораздо раньше и чаще начинают свободно общаться на свои темы и делать презентации. Гуманитарии же, напротив, обычно читают заранее подготовленные рукописи, так как придают большое значение устным формулировкам. Ученые-ес-



тественники и инженеры исходят из того, что для понимания проблемы ее необходимо сформулировать просто и представить на модели или чертеже. Письменное же описание у них вызывает затруднения.

В образовании самое главное — определить естественные способности учащихся и мотивировать их на решение междисциплинарных вопросов. Мы должны мотивировать инженеров связывать технические процессы с решением управленческих задач, пониманием бизнес-процессов и умением строить взаимоотношения на предприятии. На основе этого студенты должны научиться принимать стратегические решения и работать в команде. Это и есть настоящее руководство!

Именно этому учат в Академии им. Карла фон Линде. Концепция, которая у нас играет важную роль, называется Leading Engineer, или Lead.ing. (Это игра слов: английское *leading* — *лидерство* и немецкое сокращение Ing. слова *Ingenieur* — *инженер*.) Таким образом, получается ведущий инженер или инженер-руководитель. В немецкой индустриальной культуре это прочно укоренилось, особенно в машиностроении. Да, можно с уверенностью сказать, что образ немецкой экономики традиционно определялся машиностроением и электротех-

никой. И по сей день машиностроение и электротехника играют главную роль в экспорте Германии. Эти отрасли производства считаются мотором немецкой экономики.

Если человек получил инженерное образование в этих областях, то он значительно лучше понимает состояние дел и потребности фирмы, чем менеджер из другой сферы. Наш экономический кризис кроме прочего был связан с тем, что фирмами руководили наемные менеджеры. Эти менеджеры не имели никакого отношения к продукту и отрасли (например, машиностроению, электротехнике). Как менеджеры они ориентировались главным образом на краткосрочный заработок. Получив крупные гонорары и отступные, они переходили в другие фирмы независимо от результатов их работы. Это менеджмент, который не связан с устойчивым развитием фирмы.

Человек ненадолго приходит в качестве наемного менеджера, зачастую из другой профессиональной сферы, хорошо зарабатывает и перепрыгивает на новое место работы. Такой менеджер не чувствует никакой ответственности за предприятие.

Ответственность предполагает, что человек идентифицирует себя с организацией и имеет представление о ее продукте. Только в таком случае возможен долгосрочный, устойчивый успех. В этом состоит идея Lead.ing. Успех, традиции и история не-

мецкой промышленности связаны с тем, что люди, работающие на немецких предприятиях, идентифицировали себя с ними через индустриальную культуру и несли ответственность.

Примером может служить изобретатель холодильного оборудования Карл фон Линде (1842–1934), именем которого названа наша академия. Изначально он работал профессором Технического университета г. Мюнхена и преподавал машиностроение. В конце XIX века фон Линде основал фирму, которая и сегодня существует под названием Linde Group. Одним из его учеников был изобретатель двигателя Рудольф Дизель (1858–1913). Он также основал фирму по производству моторов, которая существует и сегодня под названием MAN. Линде и Дизель были изобретателями, преподавателями и предпринимателями, которые идентифицировали себя со своим предприятием, знали свой продукт и несли ответственность. Я думаю, что концепт Lead.ing. в будущем будет иметь ключевое значение для успешного и устойчивого развития индустриальной культуры.

*Смыслы и ценности — это параметры порядка самого высокого уровня, определяющие целостность социальной системы. В эпоху глобальных трансформаций затрагивается именно эта сфера. Вы работаете со студентами Технического университета г. Мюнхена, которые являются основными субъектами общества будущего. Какие основные черты этого поколения Вы могли бы отметить? Какие факторы определяют эту среду?*

Я знаком с представителями разных поколений. Во-первых, это мое собственное поколение, затем поколение моих родителей, бабушек и дедушек, наконец, как преподаватель университета я работаю с несколькими поколениями студентов. Мой опыт связан прежде всего с Германией. Хотя, возможно, в какой-то мере он каса-



ется вообще всей западной культуры и, наверное, даже России, но об этом лучше судить Вам. Моим первым объектом для наблюдений было поколение моих родителей в Германии 1950-х. Послевоенное поколение немцев не сильно интересовалось политической. Ведущий западногерманский социолог Хельмут Шельски в то время написал книгу «Скептическое поколение». Это было связано с шоком от периода нацизма,

## **Проблемы окружающей среды и экологии сегодня не только являются предметом биологии, но и затрагивают также экономику и социальные вопросы.**

когда все общество было политизировано. В то время маятник качнулся в сторону «скептического поколения». Люди стали аполитичными и устремились в переустройство и экономику.

Конъюнктура и экономический рост были факторами интеграции западногерманского общества. Действительно, пришло так называемое экономическое чудо социально ориентированного рыночного хозяйства. Многие люди были поглощены сколачиванием своего скромного состояния. Это касается и моих родителей. Они недавно умерли, им было за 80. Я часто размышляю об их жизни. В юности они пережили нацизм и войну и хотели все это забыть как можно скорее. Они больше ничего не хотели об этом слышать и были полностью сосредоточены на восстановлении хозяйства и профессиональной карьере.

Затем пришло мое поколение. Маятник качнулся в обратную сторону. Поколение студентов 1960-х и начала 1970-х годов было сильно политизировано. Молодые люди, например, хотели понять, что произошло в Германии во времена так называемого Третьего рейха, в период нацизма. Как могли происходить все эти звер-

ства?! Родители и более старшее поколение должны быть привлечены к ответственности! Система университетского образования критиковалась как устаревшая. Они хотели изменить мир и критиковали капитализм. Это было типично для того идеологизированного поколения.

Если рассмотреть экономическое развитие того времени, то можно заметить, что именно тогда впер-

вые было зафиксировано некоторое снижение темпов роста. Нельзя непрерывно расти. Процессы развития, подобные тем, что происходили в Западной Германии в 1950-е годы, мы наблюдаем сегодня в Китае. В КНР сейчас неслыханный рост, и все сконцентрировано на экономике. Экономический рост стоит на переднем плане. Прекращается рост и возникает первый провал, появляется осознание кризиса. Я нахожу интересным то, как коррелируют оба эти фактора.

В 1970-е государство зачастую реагировало в соответствии со сложившейся конъюнктурой, стремясь достичь глобального управления экономикой в том смысле, как его понимал Кейнс. Много средств было вложено в строительство новых университетов. На моей родине, в земле Северный Рейн — Вестфалия, практически в каждом крупном городе, например в Бохуме, Дуйсбурге, Дортмунде, Билефельде, был открыт университет. Создавалось много новых кафедр, и не хватало профессоров, чтобы занять все ставки, — в образовании имел место неудовлетворенный спрос.

В 1980-е годы стало труднее. Я это заметил на примере собственной

карьеры. Было все сложнее получить место в университете. Усилилось экономическое давление на студентов, которые все больше концентрировались на заработке. Идеологическая ориентация стала спадать, особенно с 1990-х годов, с устранением идеологического конфликта между Востоком и Западом.

Сегодня молодежь рассматривает университет только как место получения образования; затем она стремится как можно скорее найти хорошо оплачиваемую работу. В этом тоже есть определенная опасность. В мои студенческие годы университет еще имел репутацию места, где обсуждаются вопросы, важные для всего человечества, места, где обучают гуманизму в том смысле, в каком понимал его Гумбольдт. Проще говоря, молодые люди сегодня идут в университет не для того, чтобы сформироваться там как личности по Гумбольдту. Благодаря обучению в университете они хотят получить прежде всего высокооплачиваемую и престижную работу. Сам же университет не может предложить такую заработную плату. Есть большая опасность того, что наша интеллигенция из университетов переместится в экономику. Для молодых академических ученых, ориентированных на исследовательскую деятельность, там также найдется интересная работа. Например, такие большие фирмы, как Вауер или Siemens, имеют свои исследовательские лаборатории.

Это означает, что фундаментальные исследования отходят на второй план. Их место занимают прикладные исследования, ориентированные на конкретные продукты. С точки зрения университета в этом, конечно, есть опасность. Если мы рассмотрим историю развития науки в начале XX века, то увидим, что это было время фундаментальных исследований, особенно в физике и химии, которые дали многих знаменитых нобелевских лауреатов. Тогда были

намечены приоритетные направления исследований XX столетия. Сегодня мы имеем исследования узкоспециализированные и зачастую ориентированные на конкретный продукт. Исследования, нацеленные на то, как изобретения или изобретения сделать рыночный продукт, превратить инновацию в деньги. Именно так сегодня думают многие студенты Технического университета. Если кто-то ориентирован на исследования, то он должен также

## **Сегодня молодежь рассматривает университет только как место получения образования. Место фундаментальных исследований занимают исследования прикладные, ориентированные на конкретные продукты.**

определить конкретные возможности применения своих результатов. И здесь не следует все сводить лишь к получению прибыли. С такой установкой могут быть также связаны большие возможности для будущего всего человечества. У поколения, которое так прагматично и практично, есть шансы решить насущные проблемы. Подумайте, например, о таких болезнях, как рак. Я могу заниматься биохимией, чтобы прояснить химические основы жизни. Но я также могу заниматься биохимией, чтобы получить лекарства против рака. Если так будут мыслить многие способные и одаренные исследователи, то шансов достичь прогресса в этой области будет больше. То же относится и к исследованиям в области окружающей среды и энергетики. Эта ориентация современной молодежи на практику типична для нашего времени.

*Здесь все будет зависеть от поставленных целей. Однако для того, чтобы правильно формулировать цели, человек должен не только иметь практический склад ума, но и быть способным к философской рефлексии. Он должен*

*понимать смысл своей деятельности, предвидеть возможные последствия, ответственно относиться к будущему.*

Это, конечно, совершенно верно. Но я хотел обратить внимание на шансы, которые связаны с практически мыслящим поколением. Для того чтобы ответить на Ваш вопрос, я вернусь к теме устойчивого развития. Если удастся убедить современное поколение в том, что хорошая маркетинговая стратегия, хорошее решение

проблемы успешны только в случае, если они соответствуют требованию устойчивого развития, если они учитывают все взаимосвязи и последствия, то тогда у нас будут прекрасные шансы.

Если удастся внушить инженерам, что автомобиль будущего должен не только иметь мощный мотор, но и учитывать проблемы окружающей среды, если энергетики поймут, что успешными являются только решения, соответствующие идее устойчивого развития, а не стратегии, ориентированные на краткосрочную прибыль, тогда это будет большим успехом практической философии.

Тогда у нас вырастет поколение, которое думает о глобальных взаимосвязях — в смысле философской рефлексии — и в то же время видит конкретные проблемы. У нас должно получиться.

Это был бы синтез двух аспектов. Я начал со своего поколения, которое размышляло о глобальных перспективах, а теперь говорю о современном целеустремленном и прагматичном поколении. Если мы их совместим на основе

идеи устойчивого развития, то это будет прекрасная перспектива для будущего.

*Сегодня в России достаточно остро стоит проблема РАН. В прессе обсуждается вопрос о том, должны ли фундаментальная наука стать исключительно университетской (в тесной связке с производствами), как в США, или все-таки стоит сохранить существующую систему научных школ в институтах РАН. Последние вследствие этой неопределенности испытывают большие трудности (как в плане кадров, так и смысле материально-технического оснащения). Как подобные вопросы решаются в Германии? Действительно ли сегодня в Германии речь идет о формировании национальной академии наук?*

Различные системы академий можно было увидеть при воссоединении Германии. В ГДР была советская система образования. В Восточном Берлине находилась Академия наук ГДР. Однако восточногерманское понимание академии отличалось от принятого в Западной Германии, где каждая федеральная земля имеет свою академию. На основе отбора туда привлекают университетских профессоров по разным дисциплинам. Науки традиционно разделяются на историко-гуманитарные и естественные.

По этим направлениям делаются научные доклады, проводятся научные дискуссии, выполняются исследовательские проекты. Непосредственные научные исследования ведутся в университетах, институтах Общества Макса Планка, Фраунгоферовском институте и др. В Академии наук бывшей ГДР была сосредоточена вся исследовательская деятельность. Научные дисциплины в ней также распределялись по подразделениям.

Проблема состоит в том, что вследствие постоянного изменения и развития науки такое тра-

диционное разделение неактуально. Современный исследовательский кластер полностью противоречит дисциплинарной структуре научного знания XIX и начала XX века.

В качестве примера я возьму исследовательский кластер Технического университета г. Мюнхена, выделяющийся в рамках программы ФРГ по поддержке науки и исследований в университетах так называемой Exzellenz-Initiative. Я отношусь к кластеру COTESYS (Cognition in Technical Systems). Речь здесь идет о развитии когнитивных способностей технических систем, в особенности о создании человекоподобного робота. Над проектом работают ученые-когнитивисты и исследователи мозга совместно с инженерами, биофизиками, математиками и информатиками. В традиционных академиях эти специальности разделены, и междисциплинарная коммуникация, которая связана с совместными исследовательскими проектами, затруднена. Это существенный недостаток традиционной классификации научного знания.

В Германии появилась совершенно новая академия, которая больше не имеет такого разделения. Это немецкая национальная академия технических наук (ACATECH). Она была созда-

на наряду с традиционной немецкой национальной академией естественных наук и медицины Leopoldina. В отличие от традиционной академии Академия технических наук должна учитывать взаимосвязь науки, техники и политики. Она создана для осуществления консультационной деятельности в политике и экономике. Ее членами являются не только представители технических наук, но и представители ведущих предприятий, ученые социогуманитарной сферы, которые рассматривают социальные аспекты развития техники. С этим, конечно, связаны и стратегии развития отдельных земель. Исследования в немалой степени зависят от налоговых сборов и промышленных фондов. Здесь должны приниматься политические решения, в какие сферы исследований следует инвестировать средства, какие рынки для той или иной земли наиболее устойчивы и перспективны.

Раньше — в классическом понимании — академии были исключительно местом научной рефлексии, где зачастую работали профессора пенсионного возраста. Сегодня экономика и общество тесно связаны с исследовательскими задачами, поскольку от них может зависеть будущее страны. Это должно учитываться и в академиях. В отличие от Российской академии

наук крупные научные исследования в Германии проводятся не в академиях, а в университетах, Макс-Планк-институте (фундаментальные исследования), Фраунгофер-институте (прикладные исследования), Лейбниц-институте (междисциплинарные исследования).

Российская академия наук — это организация с централизованным управлением, в которой концентрируется вся научная деятельность страны. В этом есть прекрасный классический аспект, поскольку здесь потрясающе продемонстрировано единство науки. Это напоминает мне представление Лейбница, который хотел заложить в основание своей академии связь теории с практикой (theoria cum praxi). Российская академия наук может обратиться к своей впечатляющей традиции, идущей от времен Екатерины II, которая собрала в академии величайших ученых Европы. Или вспомните о Ломоносове — русском Лейбнице. Такие традиции определены что-то значат. Однако, наверное, можно объединить одно с другим и создать в будущем более гибкие системы, чтобы упростить бюрократию и иерархию. О вопросах организации стоит подумать, чтобы найти оптимальные решения для будущего России. ■

ПЭС 10270/15.12.2010

