

## Современное состояние и перспективы развития российской отраслевой науки о нефтехимии

С. Э. Спиридонов

*СЕРГЕЙ ЭРИХОВИЧ СПИРИДОНОВ — кандидат химических наук, руководитель отдела нефтегазохимической компании «Сибур». Область научных интересов: каталитические процессы переработки углеводородов.*

*117218 Москва, ул. Кржижановского, д. 15/7, ОАО «Сибур».*

Не претендуя на истину в последней инстанции, и не распространяя выводы на другие отрасли, автор попытался ответить на вопрос о причинах не востребоваемости результатов прикладной отечественной науки и представляет свое видение путей возрождения отраслевой науки и превращения ее в прибыльную отрасль хозяйства.

### Основные принципы построения и финансирования доперестроечной отечественной науки

Наука имеет два уровня: теоретический (академический) и прикладной (отраслевой). Академическая наука изучает фундаментальные законы природы, на основе которых строится вся разумная деятельность человечества. Прикладная наука производит весьма специфический товар — конкретные технологии, от уровня которых зависит прибыль и конкурентоспособность предприятий, поэтому отраслевая наука является инструментом развития промышленности. Академическая и отраслевая науки взаимосвязаны и должны координировать направления развития друг друга.

В настоящее время отечественная наука, как и вся страна, находится в глубоком кризисе. Попытаемся дать объективную характеристику состояния отечественной науки, поскольку без анализа и исправления ошибок, допущенных в прошлом и настоящем, не может быть предложена концепция развития отечественной науки будущего. Итак, до начала 1990-х гг. российская промышленность развивалась только за счет достижений отечественной научной мысли, примеры внедрения зарубежных технологий были единичны, что объяснялось изолированностью нашей страны от мирового сообщества. В это время промышленность развивалась экстенсивно, зачастую, вопреки здравому смыслу, руководствуясь не экономическими, а конъюнктурными соображениями.

Во время существования «социалистической экономики» Госплан страны разрабатывал стратегию развития каждой отрасли хозяйства и выделял для этого необходимые средства, в том числе на теоретические и прикладные разработ-

ки. Средства на развитие теоретической науки получала Академия наук СССР и распределяла среди своих НИИ в соответствии с утвержденными тематическими планами. Прикладная наука финансировалась путем выделения средств соответствующим промышленным министерствам. Министерством подчинялись предприятия, отраслевые исследовательские и проектные институты. Министерства определяли и финансировали ответственных исполнителей (НИИ — разработчиков технологии и проектировщиков). По замыслу создателей такой системы, отраслевая наука должна разрабатывать технологии на теоретическом фундаменте, построенном академической наукой, причем теоретические и практические разработки в целом должны иметь одинаковое направление и взаимно дополнять друг друга. Предполагалось, что координация отраслевой и академической науки из единого центра должна обеспечить их высокую эффективность. На практике дело обстояло иначе, и даже в те годы чиновники понимали, что академическая и отраслевая наука существуют и развиваются независимо друг от друга. Для исправления положения создавали многочисленные комитеты, комиссии, координационные центры и советы, в состав которых включали ведущих специалистов прикладной и академической науки, но от этого ничего не менялось и измениться не могло. Государство, в лице отдельных чиновников, не могло осуществить функции координатора и организатора разработок, выполняемых различными научными коллективами, более того, оно не могло определить действительную ценность и возможность практического применения достижений науки.

### Академическая наука

Реально, в академической науке тематические планы разрабатывала каждая лаборатория академического НИИ, исходя из своих экспериментальных возможностей и предыдущего задела. Особую (зачастую определяющую) роль при этом играли «джентльменские договоренности» с кол-

легами из других НИИ о разделе сфер влияния. Рабочим стимулом для ученого академического НИИ были:

— защита кандидатской или докторской диссертации, поскольку защищенные специалисты могли рассчитывать на высокооплачиваемые должности, большой отпуск в удобное время года. Зачастую именно защита диссертации, а не решение проблемы становились самоцелью ученого. Следует отметить, что заработная плата была значительно выше и карьерный рост «защищенного специалиста» в других организациях (управление, отраслевые НИИ, учебные институты и др.) был значительно облегчен, по сравнению со специалистом без степени;

— вывод своей проблемы в ряд ведущих направлений, что позволяло получать дополнительные средства для оснащения лаборатории;

— возможность поехать в заграничную командировку на стажировку или конференцию.

Начиная с 1960-х гг. в академических НИИ химического профиля начал доминировать «эвристический подход», который заключался в том, что особую «научную ценность и практическую значимость» стали приобретать работы, в которых удавалось показать необычное поведение вещества в экстремальных условиях или реакциях; применить метод «глубокого исследования» на модельных процессах без дальнейшего перехода к реальным объектам; просто применить новый метод исследования к широкому кругу разнородных объектов (т.е. исследовалась не природа вещества или явления, а проявление определенного свойства разнообразными веществами).

Почему это происходило? По мнению автора, основную роль сыграли две причины. Во-первых, академические ученые не видели конечной цели своих исследований, их никто не направлял и не требовал от них определенного результата. По сути дела в академических НИИ царил анархия. Во-вторых, начиная с 1960-х гг., благодаря применению многофункциональных исследовательских и аналитических электронных приборов (спектроскопия, рентгенография, ДТА, хроматография, различные анализаторы, кинетические методы, автоматизированные пилотные установки, квантово-химические расчеты) резко возрос мировой аппаратный уровень исследований в химии, в то время как оснащенность отечественных академических институтов оставляла желать лучшего. Естественно вырос и мировой уровень понимания проблем, резко увеличилась производительность труда исследователей. Во всем мире химия перешла от колб и пробирок к сложным приборам, а у нас в стране единственным орудием труда химика оставались колбы и пробирки. Отечественным ученым приходилось прибегать к вышеописанному «эври-

стическому подходу», чтобы оставаться в основном русле мировой науки. Как правило, в академических лабораториях проблемы формулировали исходя из аппаратных возможностей, случаи разработки одной проблемы несколькими лабораториями были немногочисленны. Зачастую это приводило к тому, что лаборатория, располагавшая импортным прибором, все свои исследования проводила только на этом приборе, и такая практика существовала десятилетиями. Представьте ситуацию: пять человек в течение 20 лет проводят исследования только на одном приборе. Понятно, что с одной стороны, можно так глубоко изучить проявления свойств вещества в узком направлении, что одна точка вырастет до размера вселенной, а с другой стороны — изучить настолько много веществ, что можно написать не только пять диссертаций, а создать целое направление. Вот только пользы от этого направления было мало, в лучшем случае на тебя сошлется западные ученые, что было показано интересное свойство, или что можно и таким способом изучать вещество. Интересно отметить, что в традиционных отечественных диссертациях, даже небольшое отклонение от местечковых подходов, просто единичное исследование, выполненное другим методом (взгляд со стороны), позволяло сделать столько выводов и интересных предположений, что выдвигало на первое место результат единичного опыта и ставило под сомнение ценность основного материала.

В качестве курьезов и парадоксов того времени (тогда они вызывали раздражение и недоумение) хочется привести примеры из своей практики.

1. В нашей стране можно перечислить до десятка академических лабораторий, занимавшихся исследованием физико-химических свойств синтетических цеолитов, но не было ни одной академической лаборатории, которая занималась направленным изучением закономерностей синтеза цеолитов.

2. В 1980-х гг. во всем мире интенсивно изучали новые, только что синтезированные высококремнистые цеолиты семейства ZSM-5, ZSM-11. В то же время резко возрос интерес к высококремнистому фожазиту, поскольку фожазит является основой катализаторов многотоннажного процесса каталитического крекинга. В связи с этим во всем мире цеолиты семейства ZSM-5, ZSM-11 изучали не вместо, а наряду с фожазитом, и только в нашей стране академические ученые выражали удивление позицией автора этих строк, который работая в ГрозНИИ (головной отраслевой институт по процессу каталитическому крекингу) исследовал процесс dealюминирования решетки фожазита.

3. Автор настоящей публикации прилагал все усилия, чтобы использовать комплекс методов

для исследования процесса деалюминирования решетки цеолитов, поскольку только такой подход мог объяснить все особенности каталитического поведения цеолита и позволить разработать технологию его приготовления. Для этого пришлось затратить большие усилия, чтобы зарегистрировать спектры ЯМР  $^{29}\text{Si}$  цеолитов, поскольку в стране было только два прибора, позволяющих выполнить эту задачу. Полученные спектры позволили получить прямую информацию о составе решетки деалюминированных цеолитов. Каково же было удивление и разочарование (не от своей работы) автора, когда в кулуарах конференций, ведущие московские специалисты, занимающиеся близкими проблемами, заявляли, что им достаточно данных косвенных исследований, чтобы судить о химизме процесса.

Особо хотелось бы остановиться на таком аспекте деятельности академической науки — работа по хозяйственным договорам с отраслевыми институтами и предприятиями; в прошлом этот вид работ носил формальный характер, и сводился к тому, что академические ученые получали возможность финансировать свои исследования в обмен на «теоретические иллюстрации» к диссертациям, выполненным работниками отраслевых институтов. Ценность этих работ была невелика.

В последнее время большую конкуренцию академическим стали составлять учебные институты, которые раньше оставались в тени своих старших братьев. Коллективы учебных институтов более мобильны, есть дешевая рабочая сила — студенты и аспиранты, налаживаются контакты с иносфирмами. По мнению автора, столичные вузы имеют все шансы значительно потеснить академические институты на рынке фундаментальных исследований. Как представитель компании «Сибур», автор попытался привлечь внимание отечественных ученых к конкретным техническим проблемам компании и обратился с предложением разработать новую технологию. Результат оказался неожиданным — это предложение не заинтересовало ведущих столичных ученых, в лучшем случае выражалась готовность провести исследование (иными словами — выдать результаты опытов). Откликнулся только Институт катализа (Новосибирск). Отметим, что в плане финансирования этот институт наиболее благополучен, потому что ориентируется на решение проблем отечественной промышленности, создает собственное опытное и промышленное производство и предлагает на продажу не полупродукт (результаты лабораторных исследований), а готовые технологии. Складывается впечатление, что Институт катализа постепенно трансформируется в научно-исследовательскую фирму, аналогичную ве-

дущим мировым разработчикам химических технологий.

Таким образом, подводя итоги этому разделу можно сделать следующие выводы:

1. Академическая наука имеет большие проблемы, которые носят скорее психологический характер. Вся жизнь ученых прошла в те времена, когда они были уважаемыми, высокооплачиваемыми и в некоторой степени привилегированными членами общества, независимо от объекта и результата исследования. Настоящее время требует от академических ученых значительной перестройки. В первую очередь академическая наука должна обеспечить теоретическим фундаментом прикладную науку. В каждом конкретном случае для этого придется что-то существенно изменить, чему-то научиться, и может быть чем-то пожертвовать (перейти к решению прикладных задач по договорам с предприятиями, сменить направление работ, переставить акценты, переоборудовать экспериментальную базу, находить общий язык с отраслевыми учеными, технологами, предпринимателями). Наиболее простой путь — трансформироваться в отраслевую науку, однако, автор не готов рекомендовать всем столь кардинальное средство.

2. Территориально академические институты расположены в Москве, их коллективы сформировались из выпускников лучших столичных институтов, имеется достаточная экспериментальная база и методология исследовательских работ. Следовательно, есть все основания полагать, что отечественная академическая наука найдет те организационные формы, в которых результаты ее работ будут являться теоретическим фундаментом для отраслевой науки.

В заключение хотелось бы остановиться на мировой практике, где академическая наука имеет несколько иные организационные формы. Теоретические исследования в основном проводятся университетскими учеными. Работы осуществляются на конкурсной основе и финансируются государством, различными фондами и комитетами, крупными компаниями. По-видимому, для России этот подход в настоящее время может быть частично реализован, например, МГУ в основном перешел к западному типу организации исследований.

### Прикладная наука

Во всем мире основной задачей прикладной науки является разработка новых технологий, материалов, процессов, оборудования и т.д. Плодотворность прикладной научной деятельности, как любого вида хозяйствования может быть оценена единственным показателем — величиной прибыли, которая будет получена от продажи своей продукции. Потенциальным потребителем

научной продукции являются крупные (вертикально интегрированные) нефтехимические компании, перерабатывающие собственное сырье на своих предприятиях. От выбора технической стратегии развития компании зависит ее жизнеспособность в условиях жесткой конкуренции, поэтому к новым технологиям предъявляют самые высокие требования. Необходимо отметить, что новые технологии внедряют в существующие производственные структуры, и они должны учитывать специфические особенности отдельного предприятия.

Мировой опыт свидетельствует, что успешное развитие крупного многофункционального нефтехимического производства может осуществляться при обязательном взаимодействии с прикладной наукой. Такое взаимодействие реализуется двумя путями. Во-первых, каждая компания имеет свой научный центр, ориентированный на решение технологических проблем компании. Продукцией научного центра являются новые технологии, которые внедряют на собственных предприятиях и затем продают другим организациям. Таким образом, современные нефтехимические компании получают прибыль не только от продажи продуктов нефтехимии, но и от реализации интеллектуальной собственности. Однако нефтехимические процессы настолько наукоемкий продукт, что даже мировые корпорации-лидеры не в состоянии финансировать собственную разработку всех используемых в производстве технологий. Значительную часть нефтехимических технологий приобретают на рынке.

Во-вторых, широкое распространение получили фирмы, специализирующиеся только на продаже нефтехимических технологий и производстве оборудования, материалов, реагентов и катализаторов, используемых в предлагаемых процессах. Причем, как в рамках первого, так и в рамках второго подхода покупателю предлагают не сырой результат (исследовательские данные, отдельные рецептуры) а продукт, готовый к использованию — базовый проект установки. Организация — продавец технологии выдает гарантии на весь процесс (установку), а не на отдельный узел, катализатор и т.д., обязательно рекомендует изготовителя оборудования и работает в тесном контакте с проектантом.

Следует подчеркнуть, что для создания и внедрения современных нефтехимических технологий необходимо объединение усилий специалистов разного профиля. Экспериментальные работы требуют значительных затрат, в то время как получаемый результат не редко является не принципиально новой технологией, а усовершенствованием существующих, поэтому многие фирмы выступают с предложением совместных технологий, сочетающих преимущества техниче-

ских решений каждого из партнеров. Такая кооперация, с одной стороны, и глубокая специализация — с другой, позволяют концентрировать усилия и знания и добиваться значительных результатов даже в хорошо изученных областях.

Таким образом, прикладная наука развитых стран сосредоточена в частных компаниях и финансируется за счет прибыли, которую приносит продажа технологий. Созданием новых технологий занимаются исследовательские центры компании. Разработка и внедрение новых технологий включает следующие стадии.

1. Теоретические научные исследования и лабораторная проработка новых принципов и подходов.

2. Отработка отдельных элементов технологии, всесторонняя экспериментальная проверка в пилотном масштабе.

3. Разработка технологической схемы и создание базового проекта.

4. Проектирование установки (производства) и подбор оборудования.

Следовательно, исследовательский центр включает специалистов различного профиля: исследователи, технологи, проектировщики, материаловеды, конструкторы оборудования и т.д. Исследовательские центры имеют первоклассное оснащение и большую испытательную базу.

Кроме разработки отдельных процессов, задачей исследовательского центра является создание стратегического плана технического развития компании. Практика показала, что от корректности принятых технических решений может зависеть судьба крупной компании.

Что представляет собой отечественная наука. Как уже ранее отмечалось, министерства имели в своем составе исследовательские и проектные институты. Исследовательские отраслевые институты разрабатывали технологии, проектные — выдавали рабочие проекты, согласно которым осуществлялось строительство. Обычно каждый отраслевой институт занимался «своими технологиями», конкуренция между институтами не поощрялась, т.к. проблем было много, а возможности исполнителей ограничены, поэтому у потребителя — промышленного предприятия выбора не было: приходилось внедрять ту технологию, которая родилась в недрах своего министерства, даже получить консультацию у сторонней организации было невозможно.

Прикладные институты были оснащены допотопной техникой, не имели достаточной исследовательской и испытательной базы, а главное — были перегружены проблемами. В обязанности одной, двух немногочисленных технологических лабораторий входили: разработка технологии от фундаментальных исследований (которые должна была бы осуществлять, но о необходимости

которых даже не догадывалась академическая наука) до выдачи исходных данных на проектирование; контроль за разработкой проекта; контроль за пуском и эксплуатацией производства; устранение недостатков технологии и проектирования. Следует отметить, что половина отраслевых институтов находилась в провинции, и пополнялась выпускниками местных вузов, подготовка которых значительно уступала подготовке кадров академической науки. Бесконечная смена тем, перегрузка командировками, отвлечение от профессиональных обязанностей на сезонные сельскохозяйственные и строительные работы — вот будни ученых, занятых в прикладной науке недавнего прошлого. В это время основным принципом развития отраслевой науки был принцип «копирования лучших мировых достижений». Автор настоящей публикации вынужден признать, что сам следовал этим путем. Однако копия создавалась без того фундаментального знания и тщательной проработки, которая предшествовала созданию оригинала, поэтому отечественные технологии нефтехимии были не шагом вперед, а оставались «подделкой».

В тот период экономика страны развивалась по экстенсивному принципу, хватало металла, энергоресурсов и рабочей силы. Это позволяло не задумываться о целесообразности строительства гигантов нефтехимии (сейчас многие из них либо не загружены сырьем, либо не могут сбыть свою продукцию). До 1990-х гг. отечественная прикладная наука практически не испытывала трудностей конкурентной борьбы. Таким образом, состояние прикладной отечественной науки к началу 1990-х гг. не соответствовало требованиям мирового уровня и основная часть отечественных технологий не могла соперничать с западными достижениями.

**Возможные сценарии развития прикладной науки.** С начала 1990-х гг. после выхода России из политической изоляции, во всех областях предпочтение отдавалось новейшим зарубежным технологиям, материалам, катализаторам. Все хорошо помнят те времена, когда каждое предприятие строило грандиозные планы с привлечением самых дорогостоящих западных технологий. Реализовать большинство этих начинаний не удалось, однако для отечественной прикладной науки и проектных организаций в одночасье наступили тяжелые времена. Министерства утратили свой контроль над предприятиями и последние прекратили всякие отношения с отраслевыми институтами. Тогда казалось, что дни отечественной прикладной науки сочтены, и сохраниться могут только отдельные лаборатории, занимавшиеся сертификацией и аттестацией стратегических видов продукции — масел и

топлив. В это время научные коллективы резко сократили свою численность. К сожалению, молодые и подвижные ученые ушли в иносферы, на заводы, в коммерческие структуры. Как показало время, большинство переквалифицировавшихся ученых не добилось значительного карьерного роста. Материально-техническая база прикладных институтов пришла в запустение, помещения стали сдавать в аренду, оставшиеся ученые были заняты борьбой за физическое выживание. На фоне общего упадка, выделялись отдельные творческие коллективы — выходцы из отраслевых и учебных институтов, которые предлагали оригинальные технические решения, составлявшие достойную конкуренцию западным технологиям, но таких коллективов насчитывается не более десятка, а на серьезный коммерческий уровень вышли единицы.

В то же время необходимо отметить, что к проектным институтам судьба была более благосклонна. Проектные институты выполняют функции генерального проектировщика, знакомы со спецификой российского законодательства, действующего в области проектирования и промышленной безопасности, поэтому для отечественных проектировщиков работа находилась всегда — при внедрении любых технологий, модернизации или капитальном ремонте.

Однако широкомасштабным планам отечественных промышленных предприятий не удалось осуществиться, заводы быстро потеряли свою независимость и стали частью вертикально интегрированных компаний. В планы компаний в то время не входило расширение и модернизация нефтехимических предприятий. Одновременно повысились требования к качеству продукции, иссякли источники дешевого сырья, подорожали энергоресурсы. Далее последовал дефолт 1998 г. Средств на революционную модернизацию и дорогостоящие технологии уже не было, поэтому предприятия отрасли были вынуждены пересмотреть стратегические программы своего развития, что отразилось на судьбе отечественной прикладной науки. В этих условиях отечественные НИИ оказались способными выдерживать конкуренцию с иносфирмами, в основном за счет низкой стоимости своих разработок. Период развития предприятий с 1998 г. по настоящее время можно охарактеризовать как «время размышлений и модернизации неосновных производств на основе отечественных разработок». По прогнозу автора этот период подходит к концу, т.к. отрасль уже оправилась от потрясений и готова трезво оценивать свои возможности и потребности рынка.

Таким образом, нынешнее состояние отечественной нефтехимической промышленности можно охарактеризовать следующим образом.

1. Образовались крупные вертикально интегрированные компании, включающие предприятия по добыче и переработке углеводородного сырья. Решены организационные вопросы, разделены рынки и сферы влияния.

2. В основном сформулированы задачи развития сырьевой базы.

3. Отсутствует четкая и обоснованная стратегия развития предприятий по переработке сырья. Планы технического развития компаний формируются на предприятиях, без учета корпоративных интересов и зачастую без привлечения квалифицированных специалистов со стороны. Как правило, в основе этих планов импортные технологии.

4. Технические исполнители среднего звена крупных компаний ощущают потребность в разработке корпоративной стратегии развития перерабатывающих предприятий.

5. До настоящего времени ни одна из компаний реально не создала своего исследовательского центра (формально подобные структуры существуют), занимающегося разработкой стратегии развития перерабатывающих предприятий компании и новых технологий.

Таким образом, крупные российские нефтяные и нефтехимические компании не имеют исследовательских центров, которые координировали бы развитие компании в области переработки сырья. Сейчас положение меняется. Необходимость снижения себестоимости и желание продавать готовую продукцию на внешнем рынке, вынуждают компании разрабатывать комплексные программы своего развития. Разработка таких программ осуществляется для отдельных предприятий либо специалистами этих предприятий, либо сторонними организациями без учета корпоративных интересов. Таким образом, отечественные нефтехимические компании готовы приступить к созданию собственных исследовательских центров. Однако создание такого подразделения требует тщательной предварительной подготовки, большой организационной работы и будет целесообразным только тогда, когда по доброй воле произойдет объединение коллективов академических, отраслевых ученых и проектировщиков.

По мнению автора, существующие отраслевые институты являются прообразом тех структур, которые могут быть трансформированы в исследовательские центры нефтехимических компаний. Финансирование исследовательских центров должно осуществляться за счет бюджета компании и продажи технологий (базовых проектов) другим организациям. Исследовательский центр компании должен иметь подразделения стратегического планирования, разработки и

внедрения технологий, конструирования и проектирования.

Следует учесть, что полноценная, а значит, конкурентоспособная технология может родиться при совместной работе специалистов различного профиля. Важную роль приобретает и благоприятный психологический фактор, повышающий уровень продаж новых технологий, — приобретение технологии у крупной компании, которая способна нести ответственность за выполнение гарантированных показателей.

Таким образом, одним из путей восстановления позиций отечественной отраслевой, академической и проектной науки является объединение соответствующих коллективов в корпоративный исследовательский центр, административно подчиненный техническому руководству компании. Объективные предпосылки для этого уже существуют. Практика последних лет показала, что отдельные исследовательские и проектные коллективы имеют тесные производственные контакты с отечественными нефтехимическими компаниями и финансируются на таком уровне, что могут позволить себе модернизацию исследовательской базы, привлечение молодых специалистов и организацию собственных производств оборудования, материалов, комплектующих.

Возможны и другие варианты развития прикладной науки:

— объединение научных и проектных коллективов,

— объединение научных, проектных коллективов и производителей комплектующих, оборудования, материалов, катализаторов.

Мировой опыт свидетельствует, что организации, построенные по такому принципу, успешно функционируют. Однако фирмы, не входящие в нефтехимические холдинги, и существующие только за счет продажи наукоемких технологий, катализаторов и оборудования, образованные в период становления отрасли, имеют большой опыт и заслуженный авторитет. Примеры рождения новых организаций автору не известны. Российским ученым, избравшим дорогу экономической и административной независимости от крупных нефтехимических компаний, придется затратить больше усилий с меньшей вероятностью успеха, чем их коллегам — сотрудникам исследовательских центров нефтехимических компаний.

Подводя итоги настоящей публикации, автор надеется, что в ближайшем будущем технологии, разработанные исследовательскими центрами отечественных нефтехимических компаний, будут отвечать самым высоким требованиям и составят достойную конкуренцию лучшим мировым достижениям.