

УДК 001.83

Прикладная наука, взгляд со стороны

О. В. Крылов

ОЛЕГ ВАЛЕНТИНОВИЧ КРЫЛОВ — доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории гетерогенных комплексных катализаторов Института химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, действительный член Международной академии творчества, член Международного совета по катализу, член редколлегий ряда научных журналов. Область научных интересов: гетерогенный катализ, химическая физика поверхности, молекулярная спектроскопия, переработка природного газа.

119977 Москва, ул. Косыгина, д. 4, Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, тел. (095)939-71-68.

Прикладная наука в России

До Октябрьской революции наука в России была сосредоточена в основном в университетах, отчасти в Академии наук. Вскоре после революции появилась и стала широко поощряться новая форма организации науки: большие научно-исследовательские институты для решения конкретных прикладных проблем. В Москве были созданы Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), Всесоюзный электротехнический институт (ВЭИ), в Ленинграде — Государственный оптический институт, Рентгеновский институт, Радиевый институт и многие другие. Более общую программу исследований имели такие институты, как Физико-технический институт в Ленинграде, Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР и Физико-химический институт им. Л.Я. Карпова в Москве.

После Великой Отечественной войны сложилась высокоцентрализованная система научно-исследовательских институтов, которая повторяла систему отраслевых министерств: каждое министерство имело свои научно-исследовательские институты, формально отвечающие за развитие данной отрасли науки. Министерство химической промышленности имело десятки отраслевых институтов, каждый из которых по идее должен был отвечать за конкретные подотрасли химической промышленности.

Отдельно возникла после войны система закрытых институтов, обслуживающая атомную, ракетную и другие отрасли оборонной техники. Они подчинялись как специальным министерствам (обороны, среднего и общего машиностроения и др.), так и руководству страны. Некоторые из вновь организованных институтов: Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, Институт неорганических материалов, Арзамас-16 имели тысячи и десятки тысяч сотрудников.

Система прикладных НИИ просуществовала до 1990-х гг. В начале 1990-х гг. таких институтов было несколько тысяч; академических институтов было значительно меньше, не более тысячи.

Дискуссии о форме организации науки велись постоянно. Ставка на большие НИИ в СССР в 1920-х гг. была достаточно новой. В Западной Европе и США наука в то время развивалась в основном в университетах. Отдельные научно-исследовательские институты, такие как Институт Пастера во Франции, институты Общества кайзера Вильгельма (после 1945 г. — Общества имени Макса Планка) в Германии представляли скорее исключение, чем правило. Прикладная наука существовала (точнее, начала становление) в больших промышленных фирмах. Академики С.Ф. Ольденбург, А.Ф. Иоффе ездили специально за границу, чтобы изучить формы организации научных работ, и пришли к выводу о преимуществе НИИ перед университетами, по крайней мере в сфере прикладной науки. Согласно их выводам, для СССР была более приемлема организация немецкой науки, где основатели Общества кайзера Вильгельма, с одной стороны, получали государственное финансирование, с другой стороны, привлекали к финансированию промышленников, не допуская в то же время переориентации фундаментальных исследований на прикладные цели [1].

В период нэпа в высшем руководстве страны в 1920-х гг. происходила борьба по вопросам развития промышленности. Один из основателей нэпа В.П. Ногин выдвинул идею децентрализации промышленности, развития системы автономных трестов и синдикатов, которые могли бы вести самостоятельную политику на рынке и конкурировали бы друг с другом. Такой трест текстильных предприятий был организован и успешно действовал в г. Богородске (ныне

г. Ногинск). В развитие этой идеи Г.Л. Пятаков предложил создавать научно-исследовательские институты при подобных трестах. Председатель ВСНХ (Высшего совета народного хозяйства) Ф.Э. Дзержинский решительно возражал, считая, что НИИ не должны быть привязаны к трестам и должны быть связаны со всей страной.

Между прочим, академик Н.Н. Моисеев, специалист по системным проблемам, считал, что идеи децентрализации Ногина—Пятакова более правильны для советской экономики при сохранении социалистического строя, чем поголовная централизация. Что-то похожее сейчас происходит в Китае.

Однако точка зрения Дзержинского и линия на централизацию возобладала, и исследовательские центры при трестах преобразовали в заводские лаборатории. Последние превратили в аналитические центры при заводах, в которых не было научных работников с учеными степенями.

Система централизованных прикладных институтов оказалась успешной в одних областях и малоуспешной — в других. Централизованные институты позволяли быстро мобилизовать ресурсы, в том числе кадровые, — наиболее талантливых ученых для решения важнейших общегосударственных проблем. В результате СССР очень быстро ликвидировал отставание от США в области атомной энергии, вышел на ведущие позиции в ракетной технике и космических исследованиях. В этих отраслях, щедро финансировавшихся государством, сочетались в единую цепочку высокая фундаментальная наука, пилотные установки, реальное производство и применение полученных изделий. Прикладные институты, такие как Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, являлись центральным звеном этой системы, однако и вузы, и академические институты успешно функционировали в той же системе, получая правительственные задания и специальное финансирование «закрытой тематики».

В других отраслях науки, централизованных, но не имеющих столь щедрого финансирования, организация прикладных институтов, подчиненных министерствам, не была успешной. Это относится, например, к химической прикладной науке. Если посмотреть список важнейших достижений прикладного катализа в XX в., то окажется, что из 65 достижений лишь два из них были сделаны в СССР — получение бутадиина из спирта и далее синтетического каучука из бутадиина и получение фенола из бензола окислением с помощью N_2O [2]. Оба были сделаны не в прикладном институте, первое — академиком С.В. Лебедевым в вузе, второе — Г.И. Пановым с сотрудниками в академическом институте; причем Лебедев добился «внедрения»

в СССР (1932 г.), что еще можно было сделать, а Панов — в США. Возможно, к этому стоит добавить кумольный процесс получения фенола, открытый П.Г. Сергеевым и другими во время пребывания автора под арестом в секретной лаборатории. Можно еще упомянуть реакцию Х.Г. Хчейна, окислительное метилирование, открытое в прикладном институте, но она не получила воплощения в промышленности. В то же время, подавляющее большинство остальных промышленных каталитических процессов и катализаторов из списка было создано в больших промышленных американских фирмах: «Мобил», «Дюпон», «Юнион Карбайд» и т.д. Лишь немногие процессы (например, каталитическая полимеризация Дж. Натта) были созданы в университетах.

Как уже отмечено выше, прикладные институты в СССР начали создаваться сразу после Октябрьской революции. В химической промышленности СССР система прикладных (исследовательские и проектные) институтов окончательно сложилась после Майского (1959 г.) пленума ЦК КПСС, который был организован по инициативе академика Н.Н. Семенова, пользовавшегося тогда особым доверием у Н.С. Хрущева и убедившего последнего в необходимости ускоренного развития химической промышленности. После этого финансирование значительно увеличилось, однако, в отличие от атомной и ракетной техники, деньги были выданы не на финансирование конкретных больших заданий, а на всю химическую промышленность: всем сестрам по серьгам. По инициативе Семенова, поддержанной Хрущевым, в это же время академические институты, более связанные с промышленностью, — институты металлургии, горного дела, горючих ископаемых и другие, были переданы из Академии наук СССР в отраслевые министерства. Идея была вроде бы хорошей: с одной стороны, приблизить науку к производству, с другой стороны, сосредоточить в Академии наук СССР наиболее важные фундаментальные работы. На деле это привело к углублению разрыва между фундаментальной и прикладной наукой в СССР. Прикладная наука стала численно расти, а качественно ухудшаться.

В 1970—1980-х гг. в химических прикладных институтах СССР не появлялось даже таких открытий, какие были в предшествующий период. В институтах ощущалась острая нехватка ученых высокой квалификации. Многие крупные ученые, работавшие ранее в прикладных институтах, перешли в академические (Г.К. Боресков, Н.Н. Ворожцов, Б.А. Долгопосок и др.), а новых крупных ученых в прикладной химической науке и технологии не появилось. По заданию министерств институты занимались расшифровкой

заграничных патентов. В этот же период на Западе появилось много новых методов: ЯМР, ЭПР, РФЭС, хроматомасс-спектрометрия и другие, что повлекло за собой создание новых приборов, без которых стала невозможной исследовательская работа как в фундаментальных, так и в прикладных институтах. Однако в СССР такие приборы как правило не выпускали, а на международном рынке имели высокую стоимость. Нехватка приборов привела к снижению уровня исследований как в прикладных, так и в академических институтах и вузах.

Министерство химической промышленности и другие отраслевые министерства придерживались политики, ориентированной на закупку процессов, разработанных на Западе и в Японии. В Институте химической физики им. Н.Н. Семёнова были разработаны новые катализаторы окисления пропилена и изобутилена в акриловую и метакриловую кислоты, требующиеся для производства необходимых стране пластиков и красителей. Многочисленные попытки добиться в Министерстве химической промышленности решения о строительстве соответствующих производств окончились неудачей, хотя министерство даже получало ассигнования для этого. Руководители министерства прямо говорили, что для них легче закупить зарубежное производство, более худшее по показателям, чем возиться с пуском своего совершенно нового процесса. В результате новых химических производств (в том числе новых катализаторов), разработанных в СССР, больше не появлялось. Прикладные институты оторвались от академических, но не приблизились и к реальному производству.

Ощущая разрыв между наукой и производством, правительство создавало научно-производственные объединения (НПО), находившиеся в ведении министерств. В некоторых случаях (электронная промышленность) их деятельность была полезной. В конце 1980-х гг. возникли МНТК (межотраслевые научно-технические комплексы), находившиеся в ведении академических институтов, а не отраслевых министерств. Одним из таких комплексов стал МНТК «Катализатор» в Новосибирске, в который, наряду с исследовательским Институтом катализа, вошло конструкторское бюро с производством катализаторов. МНТК «Катализатор» был, пожалуй, наиболее успешной среди различных форм связи химической науки с промышленностью.

После распада СССР в 1991 г. химическая наука (как и другие науки) и химическая промышленность в России резко пошли на убыль. Бюджетное финансирование сократилось во много раз, но и финансирования со стороны частных фирм не появилось. Прикладные институты пострадали при этом больше, чем академи-

ческие. Академические институты получали хотя бы небольшое финансирование из госбюджета. Прикладные институты после ликвидации отраслевых министерств по идее должны были получать деньги от их преемников: частных и государственных компаний. Однако даже такие крупные фирмы как «Газпром», «Лукойл», ЮКОС и другие, имеющие большие денежные средства, достаточные для финансирования прикладной науки, занимаются продажей сырья и уделяют очень мало внимания и средств науке.

Прикладная наука за рубежом

В США, Западной Европе, Японии можно найти те же формы организации прикладной науки, что и в СССР-России, однако большая ее часть сосредоточена в промышленных фирмах. Автор статьи больше знаком с научными исследованиями по катализу. Академические институты существуют, естественно, в странах бывшего советского блока: в Польше, Венгрии, Чехии, Болгарии, а также в Китае и Вьетнаме. Ближе всего к советской системе вероятно Франция. Здесь, наряду с университетами, имеется система академических институтов, подчиненных CNRS (Национальному центру научных исследований) и финансируемых государством. Французский институт катализа в Виллербане (пригород Лиона), который я неоднократно посещал, по тематике и организации работ напоминает наш Институт катализа в Новосибирске, хотя и значительно меньше его по размерам. Существуют и крупные государственные прикладные институты, например IFP (Французский институт нефти), известный во всем мире высоким уровнем научных исследований в области прикладного катализа, а также научно-исследовательские центры при фирмах.

В Германии в области фундаментальных наук выделяются институты Общества имени Макса Планка, финансируемые государством. В какой-то степени это аналог нашей Академии наук. В области физической химии славится Институт им. Фрица Габера в Берлин-Далеме, который насыщен самым современным оборудованием, под руководством профессора Г. Эрля и других ученых самого высокого уровня. Несколько институтов прикладного характера (например, Институт прикладной химии в Берлин-Адлерсхофе) было создано государством на базе бывших академических институтов ГДР. Их научный уровень ниже, чем уровень Института им. Фрица Габера.

В Италии высокий уровень прикладных химических исследований обеспечивается хорошей связью университетов с государственными институтами и промышленными фирмами. Катализаторы стереорегулярной полимеризации были

открыты Дж. Натта в Миланском университете, но быстро перешли в государственную фирму ЭНИ, огромный и прекрасно оборудованный центр которой находится также в Милане. В районе Милана находятся и частные компании со своими исследовательскими центрами, например, «Монтэдисон», которая создала промышленные каталитические процессы окисления метанола в формальдегид, окисления бензола, а затем *n*-бутана в малеиновый ангидрид.

В Японии прикладная наука развивалась как в университетах, так и в промышленных компаниях («Мицубиси», «Хитачи» и др.). В последние два десятилетия был создан хорошо оборудованный научно-исследовательский комплекс, состоящий из многих институтов, в г. Цукуба поблизости от Токио. Этот центр финансируется как государством, так и промышленностью. Отметим также, что японское правительство финансирует ряд специальных программ по энергетике и экологии. Научная работа по этим программам проводится главным образом в вузах.

Общий объем ассигнований на науку в США намного выше, чем в других странах. Соединенные Штаты (отчасти и Великобритания) характеризуются высокой концентрацией фундаментальной науки в университетах, а прикладной науки в промышленных фирмах. Соответственно размеру таких гигантских фирм как «Мобил-Экссон», «Амоко», «Монсанто», «Дюпон», «Юнион Карбайд», в них были созданы очень большие хорошо оборудованные исследовательские центры, равным которым вероятно нет в мире. Автор статьи посещал перечисленные центры. Обращает на себя внимание, что во всех этих центрах развивается не только прикладная, но и фундаментальная наука. Она служит не только как предпосылка для последующего перехода в прикладную стадию, но и как средство обучения нового научного персонала, поддержания общего высокого научного уровня. Повышению научного уровня способствует конкуренция между фирмами, хотя это и стоит денег.

Результатом является открытие и разработка принципиально новых каталитических процессов. В фирме «Дюпон» был открыт и создан процесс получения капролактама, в фирме «Сохайо» (Стандард Ойл оф Огайо) — получение акрилонитрила окислительным аммонолизом пропилена, окисление пропилена в акриловую кислоту, в фирме «Юнион Карбайд» — окисление этилена в этиленоксид на серебре, позже — окислительная конденсация метана, в фирме «Мобил» — различные процессы переработки нефтяного сырья на цеолитах, получение бензина из метанола на цеолитах. Фирма УОР по размеру значительно меньше перечисленных ранее фирм, но она представляет из себя большой исследователь-

ский центр в сочетании с производством катализаторов. Благодаря научной деятельности русских ученых-эмигрантов: В.Н. Ипатьева, В.Н. Хэнзела, Г. Пайнса, были разработаны катализаторы для ряда промышленных процессов нефтепереработки и технология процессов, в том числе каталитический риформинг на монометаллических и биметаллических катализаторах. Близкой по конструкции к УОР в Западной Европе является фирма «Топс» (Дания).

Большие научно-исследовательские центры были созданы при крупнейших автомобильных концернах «Дженерал Моторс» и «Форд Мотор Компани» в Детройте. В них имеются большие отделы по разработке каталитических нейтрализаторов выхлопных газов автомобилей. Хотя катализ и наука о поверхности (*surface science*) не являются главным содержанием научных разработок в этих центрах, их руководство предпочло сосредоточить все исследования, в том числе по катализу и *surface science*, в своих центрах, а не заказывать работу в специфических химических институтах. Результатом явилась разработка эффективных катализаторов дожигания вредных выхлопных газов автомобилей.

В ведении государства в США остаются военные и атомные институты, мощный центр космических исследований НАСА в Хьюстоне. В остальных сферах науки также имеются государственные институты, например, Стэнфордский исследовательский институт, расположенный недалеко от Стэнфордского университета в Калифорнии. Такие институты также хорошо финансируются, однако относительный вес их в общем объеме прикладной науки невелик.

Некоторые прогнозы

Рассматривая будущее прикладной науки, следует учесть, что в отличие от промышленности и фундаментальной науки, прикладная наука не представляет самостоятельной области народного хозяйства. Целью фундаментальной науки служит получение знаний, целью прикладной науки — применение знаний. Прикладная наука должна получать знания от фундаментальной науки и использовать их в промышленности, транспорте, сельском хозяйстве. В этой связи резкое снижение роли прикладной науки за последние 12 лет в России, развал ряда прикладных институтов — явления закономерные. Если развалилась промышленность, неизбежен и развал прикладных институтов, особенно в том виде, в котором они существовали в СССР, обслуживая конкретные отрасли промышленности. Этому способствовал и низкий уровень многих институтов, вызванный неправильной политикой бывших министерств воспроизводить чужие патенты и догонять зарубежную науку. Низкий

уровень прикладных исследований не позволил предложить свои достижения Западу и таким образом выжить в период всеобщего развала.

Очевидно, что, если в будущем не будет отраслей промышленности централизованного подчинения, не будет и прикладных институтов и прикладная наука перейдет в частные фирмы. Хорошо это для общества или плохо для общества и нужна ли была всеобщая приватизация, это другой вопрос, который мы здесь не рассматриваем. В этом случае структура прикладных исследований должна будет приблизиться к западной науке и притом не столько к европейской, сколько к американской. Наши фирмы в конце концов должны прийти к необходимости продавать не сырье, а продукты его переработки. Это потребует создания своих больших исследовательских центров, хорошо оборудованных и имеющих в своем составе крупных и хорошо оплачиваемых ученых. Для этого потребуется много денежных средств. На Западе ученые, работающие в фирмах, зарабатывают больше, чем в университетах. Потеря свободы творчества должна компенсироваться более высоким заработком. Пока что движения в таком направлении не видно, но в конце концов и наши фирмы должны понять, что использовать науку выгоднее, чем продавать сырье.

Необходимость высокого уровня ученых в прикладных институтах вытекает и из закономерности, отмеченной мною ранее: неуклонное возрастание расходов и усилий для достижения конкретного результата (например, для подбора нового катализатора) [3].

Когда будут созданы такие центры, улучшится и положение фундаментальной науки. В хорошей науке часто появляются технические предложения и они должны будут реализовываться в прикладных центрах при фирмах.

Другой вариант — преобразование оставшихся еще прикладных институтов в небольшие, но совершенно самостоятельные коммерческие центры типа фирм «Топс» или УОР. Однако для этого их должны возглавлять ученые очень высокого уровня, как в указанных фирмах. Пока для этого у нас нет условий, и самостоятельные фирмы могут в лучшем случае немного поднять выход в уже известном процессе или приготовить порцию катализатора, например для очистки от выхлопного газа.

У государства, разумеется, останутся крупные институты оборонного, космического, авиационного профиля. Вероятно, государство должно взять на себя создание крупных прикладных центров по вопросам общегосударственного профиля: экология и энергетика. Однако чтобы создать хороший институт в этой сфере, нужны большие денежные средства, которых сейчас нет, а плохие центры создавать не стоит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грэхэм Л.Р. Очерки истории российской и советской науки. М.: Янус-К, 1998.
2. Кустов Л.М., Крылов О.В. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2000, т. 44, № 2, с. 3.
3. Крылов О.В. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 1999, т. 43, № 6, с. 96.