

УДК 378.1

**С. Е. Орехова**, кандидат химических наук, доцент,  
декан факультета химической технологии и техники (БГТУ);

**Г. П. Дудчик**, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой (БГТУ)

### **ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН И КАЧЕСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ**

Рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением преемственности в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла, общепрофессиональных и специальных дисциплин в процессе обучения инженеров-химиков-технологов и зависимости качества подготовки специалистов от согласованности содержания учебных программ указанных дисциплин. Предлагается корректировка содержания фундаментальных химических и специальных дисциплин с целью исключения дублирования некоторых разделов рабочих программ различных циклов учебных планов специальностей.

Some aspects of succession in teaching natural science and professional and special disciplines for would-be chemical industrial engineers are considered. One of the problems in training highly-qualified engineers is connected with realization of continuity of content of chemistry and special courses studying programs. Correcting content some chemical and special disciplines is offered that exclude duplication identical section worker program.

**Введение.** Высшее образование обслуживает и регулирует определенную исторически сложившуюся систему разделения труда, являясь формой подготовки специалистов высшей квалификации. С этой точки зрения именно профессиональная деятельность будущих специалистов задает и содержание, и формы соответствующей учебной деятельности студентов.

Инженер-химик-технолог призван осуществлять контроль технологического процесса на предприятиях химического профиля. Поэтому необходимость усвоения материала фундаментальных химических дисциплин предопределена самой спецификой подобной деятельности. Однако, касаясь вопросов формирования компетенций, необходимых каждому квалифицированному выпускнику технологического вуза, следует обсуждать не только содержание дисциплин естественнонаучного цикла, но и содержание общепрофессиональных и специальных дисциплин. За этим очевидным утверждением стоит одна из ключевых проблем более общего характера – проблема соотношения химии и химической технологии как двух областей химического научного знания.

До недавнего времени преобладало мнение, что химия, как одна из основных естественных наук, призвана изучать фундаментальные законы химического взаимодействия и создавать методы синтеза новых веществ, а химическая технология – обеспечивать их промышленную реализацию, и поэтому химическая технология имеет исключительно прикладной характер. Таким образом, за химией признавалась функция производства знания, а за технологией – лишь его применение.

На современном этапе своего развития химическая технология решает прикладные задачи с применением специальных химико-технологических исследований фундаментального характера. При этом существенно изменились цели и задачи самих фундаментальных исследований. От преимущественного изучения состава и структуры вещества химия перешла к изучению химических процессов, которые становятся также объектами исследования и современной химической технологии. Технология превращается в фундаментальную науку, создавая специальные модели, которые связывают реальные технологические процессы с гипотетическими объектами теоретической химии и ориентированы на конструирование химико-технологических процессов и аппаратов.

Таким образом, и фундаментальные химические дисциплины, изучаемые студентами технологического вуза, и специальные технологические дисциплины по своему содержанию и по своей направленности самым тесным образом объективно связаны между собой. Качество подготовки инженеров-химиков-технологов в большой мере зависит от того, насколько увязаны между собой отдельные части химического цикла учебных дисциплин, а этот цикл в целом – с содержанием специальных дисциплин.

Благосостояние любого государства находится в прямой зависимости от уровня развития науки и образования. В свою очередь, уровень их развития зависит от материальной базы научных учреждений и вузов, а также от квалификации преподавателей и ученых, обеспечивающих это развитие. Русская и советская системы образования существенным образом отличались

от западноевропейской и американской тем, что краеугольным камнем первых было фундаментальное образование в сочетании с обширными сведениями в области профессиональных знаний. Такое образование имело свои преимущества и недостатки. Зарубежные системы образования также основаны на добротной фундаментальной подготовке, но при этом рамки специального образования значительно уже. Содержание системы образования меняется во всем мире в связи с развитием в последнем столетии науки и особенно техники. Что касается постсоветского пространства, то на этих территориях содержание фундаментального образования определялось, как правило, в административном порядке из-за жесткого централизованного управления системой образования. Только очень немногие вузы имели относительную свободу при составлении учебных планов специальностей и учебных программ. Отличительной особенностью того времени было и то, что типовые программы по фундаментальным дисциплинам создавались крупными учеными, академиками, которые блестяще владели материалом, предлагаемым для изучения в вузах. На местах, в периферийных вузах эти программы частично сокращались и адаптировались в соответствии с квалификацией преподавателей, обеспечивающих учебный процесс. С течением времени содержание указанных программ существенным образом не менялось. В настоящее время белорусские вузы имеют возможность создания собственных учебных программ по различным дисциплинам, но большая часть из них не может преодолеть догматизм, свойственный всей системе образования в целом.

**Основная часть.** Как известно, фактор преемственности в образовании отражает связь и взаимодействие различных уровней и ступеней непрерывного образования, например, школьного и высшего, общего и профессионального и т. д. В обсуждаемом контексте – это взаимосвязь и интеграция общеобразовательных химических и специальных технологических дисциплин. Неизбежная интеграция или преемственность в обучении требуют согласования как содержания изучаемых курсов (через установление межпредметных связей), так и согласования всех видов учебной деятельности в процессе обучения. Успешное решение этих проблем осложняется рядом всем хорошо известных объективных и субъективных факторов, среди которых не последнюю роль играют сложившиеся годами свои консервативные традиции преподавания химических дисциплин на общеобразовательных кафедрах и специальных дисциплин на выпускающих кафедрах. Однако на совре-

менном этапе развития высшего технического образования идея о необходимости интеграционных взаимодействий между этими двумя группами кафедр стала настолько очевидной, что уже не подлежит обсуждению. Остается работа по практической реализации этой идеи.

Как уже указывалось, по мере развития науки осуществляется постепенный переход дисциплин, обеспечивающих технологическое образование, в ранг фундаментальных, и поэтому возникает естественная необходимость повторного рассмотрения вопросов, входящих в круг фундаментальных дисциплин, в дисциплинах специализации. К таким вопросам относятся вопросы, касающиеся термодинамического анализа технологических процессов, их кинетических характеристик, закономерностей изменения фазового состава реакционных смесей, зависимостей реакционной способности сырьевых компонентов от их строения. В связи с достаточно стремительным развитием современных технологий в химической промышленности, появлением нового оборудования, современных контрольно-измерительных приборов, развитием информационных технологий, используемых для управления производством, возникает необходимость увеличения объема времени на изучение их сущности.

Это, в свою очередь, вызывает необходимость значительного расширения рамок образования и приводит к некоторой пресыщенности программ образования учебным материалом. В результате в лекционных курсах фундаментальных и специальных дисциплин некоторые вопросы рассматриваются поверхностно, что не улучшает качества образования, т. к. многократный беглый обзор важных вопросов приводит к выхолащиванию смысла рассматриваемого материала.

Поэтому для улучшения качества образования необходимо пересмотреть объем материала таких фундаментальных дисциплин, как «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Высшая математика», «Физика», «Физическая химия», установив объем и содержание разделов, необходимых для продуктивного усвоения специальных дисциплин. При рассмотрении материала дисциплин специализации необходимо многократное обращение к материалу основных разделов фундаментальных дисциплин, который должен быть стержнем рассмотрения дисциплин специальности. Это приведет к более глубокому усвоению материала дисциплин специальности. Выпускники вуза получают возможность использовать умение оценки технологического процесса с позиций фундаментальных законов и законо-

мерностей в своей профессиональной деятельности и, главное, при осуществлении разработок на перспективу.

Правильное сочетание объемов учебного материала фундаментальных и специальных дисциплин обеспечивается учебным планом специальности, а при разработке учебных программ соответствующих дисциплин должна осуществляться взаимная согласованность между составителями, представителями кафедр, обеспечивающих фундаментальное и специальное образование, которое определяется содержанием стандарта специальности.

Взаимосвязь между материалом фундаментальных и специальных дисциплин легко проследить на примере любой химико-технологической специальности.

Например, рассмотрим подготовку инженера специализации «Стекло и ситаллы». На первом курсе будущие специалисты в этой области изучают две фундаментальные дисциплины: «Теоретические основы химии» и «Неорганическая химия». Общие сведения об основных характеристиках процессов они получают при изучении материала первой из указанных дисциплин. Предпосылки для рассмотрения процесса получения стекла рассматриваются в разделе «Кислотно-основное взаимодействие», далее этот материал существенно углубляется при изучении дисциплин «Физическая химия» и «Поверхностные явления и дисперсные системы». Стекло как неорганический материал рассматривается при изучении дисциплины «Неорганическая химия» в разделе «Свойства *p*-элементов IV группы Периодической системы». При этом привлекаются сведения из раздела «Строение атома» курса «Теоретические основы химии», т. к. цветность стекла и некоторые его другие свойства определяются электронным строением атомов *d*-элементов, оксиды которых широко используются в качестве окрашивающих и модифицирующих добавок при производстве стекла. На этапе изучения указанных разделов студенты достаточно легко усваивают предложенный им материал, но в силу насыщенности программы фундаментальных дисциплин, эти вопросы представляют собой лишь незначительную часть учебного материала и рассматриваются среди множества сведений об особенностях осуществления процессов, связанных с технологиями производства других веществ и материалов. Для технологов стекольного производства указанный вопрос является очень важным, потому что влияние различных добавок на свойства производимой продукции должно устанавливаться не случайным образом. Технолог, имеющий хо-

рошее фундаментальное образование, при их выборе должен учитывать природу используемых добавок, которая напрямую зависит от строения атомов, входящих в их состав. И поэтому важно, чтобы вопросы, связанные со строением и свойствами оксидов, используемых в стекольном производстве, еще раз, уже более предметно, рассматривались при изучении специальных дисциплин. При этом сокращение объема учебного материала можно достичь, исключив из него беглый повтор материала фундаментальных дисциплин.

Логическую цепь начатых рассуждений можно продолжить, проиллюстрировав ее множеством ссылок на содержание общенаучных и специальных дисциплин. Инженер-технолог руководит технологическим процессом, который представляет собой сложную систему сопряженных физических и химических процессов, используя различное оборудование и контрольно-измерительные приборы. Для грамотного управления этой сложной системой необходимо четко представлять подчиненность каждой из операций процесса и видеть возможности его совершенствования. Такую способность можно сформировать только в том случае, если преподаватели в процессе изложения материала специальных дисциплин будут обращать внимание на причинно-следственные связи различных взаимодействий, опираясь в своих рассуждениях на фундаментальные законы естествознания и объясняя основные закономерности протекания различных процессов на их основе.

Одной из основных проблем по обеспечению преемственности в образовании является проблема согласования понятий и определений, используемых в циклах химических и специальных дисциплин. На первый взгляд, вопрос о согласовании химических понятий может показаться несущественным и поэтому надуманным, однако это не так. Своеобразие химической науки, ее индивидуальность в ряду других естественнонаучных дисциплин определяется особым, присущим только химии химическим способом мышления и «химическим языком», которые позволяют логически перерабатывать информацию и эффективно решать любые исследуемые классы теоретических и практических задач. Так же как для механизма мышления любого типа наиболее существенной частью являются понятия, химический способ мышления реализуется посредством химических понятий. Химические понятия отражают стоящие за ними реальные объекты и явления в определенном ракурсе, с химической точки зрения, и обеспечивают такую функцию химического языка, как узнавание. Принципиальным

моментом является то, что большинство химических понятий и определений формируют фундамент, основу всей химии как науки и представляют собой сквозные понятия. Поэтому основой приобретения студентами знаний в области химии является формирование и развитие фундаментальных научных понятий в процессе обучения. Правильно сформированные понятия, объективно отражающие законы химического взаимодействия веществ, позволяют дать студентам целостные знания по химии, необходимые для изучения всех дисциплин химического цикла и специальных химико-технологических дисциплин. К сожалению, нередко одни и те же понятия, изложенные в разных химических и специальных дисциплинах, из-за несогласованности терминологии воспринимаются студентами как совершенно разные. Показательным является пример с такими важными понятиями термодинамики фазового равновесия, как многокомпонентная система, или многокомпонентная смесь веществ и ее состав (дисциплины «Теоретические основы химии», «Физическая химия» и «Физическая химия тугоплавких и неметаллических силикатных материалов»). Понятие состава выступает здесь как производное от понятия системы, отражающего существование реального объекта – смеси нескольких веществ, и представляет собой некое свойство данного реального объекта, показывающего соотношение компонентов в смеси. Тем не менее, в специальных технологических дисциплинах практически отсутствует понятие многокомпонентной системы и взамен его используется понятие состава: «приготовить состав», «исследовать состав» и т. д. Хотя приготовить и исследовать можно только смесь определенного состава.

Здесь же следует указать еще на один аспект обсуждаемого вопроса, который существенно затрудняет усвоение студентами учебного материала, – бросающаяся в глаза неоднозначность в обозначениях и единицах измерения многих химических и физико-химических свойств. Химическая грамотность студента не может быть сформирована без знания «алфавита» химического языка. Так же как физический смысл и единицы измерения физико-химических свойств должны рассматриваться в их взаимосвязи, так же и их обозначения, помимо принятым правилам, должны тем или иным образом подчиняться природе соответствующего свойства. Небрежное отношение к обозначениям и единицам измерения порождает ошибки и затруднения в понимании физического смысла изучаемых свойств и закономерностей протекания химических взаимодействий. В качест-

ве примера можно обсудить ситуацию с такой фундаментальной термодинамической характеристикой, какой является изменение энергии Гиббса химической реакции  $\Delta G$  и  $\Delta G^\circ$ . Изменение энергии Гиббса является сквозным понятием в дисциплинах химического цикла, дисциплины «Общая химическая технология» и цикла специальных технологических дисциплин. Поскольку ее величина определяет направленность любого химического процесса и возможность достижения равновесия в заданных условиях, в конечном счете, на основании знания величин  $\Delta G$  и  $\Delta G^\circ$  технолог получает информацию о константе химического равновесия и о выходе целевого продукта. К сожалению, до сих пор в некоторых учебниках, учебных пособиях, в лекционных химических и технологических курсах, в научной литературе неверно трактуется и физический смысл  $\Delta G$  и  $\Delta G^\circ$ , и их размерность, и тот принципиальный момент, что изменение энергии Гиббса  $\Delta G$  и стандартное изменение этой же характеристики  $\Delta G^\circ$  – две совершенно различные характеристики с различными границами их применимости как критериев равновесия и направленности процессов.

**Заключение.** Таким образом, требованием времени является подготовка квалифицированных инженеров-химиков-технологов и связанная с этим необходимость ранней профессиональной ориентации. Это означает, что фундаментальные химические дисциплины, так же как и дисциплины специализации, должны быть профессионально-ориентированными, направленными на решение прикладных задач. При этом первой и неотложной задачей является пересмотр содержания химических дисциплин, читаемых на первых курсах обучения, таким образом, чтобы был определен базовый запас знаний и практических навыков, необходимый каждому студенту, обучающемуся в технологическом вузе, независимо от его будущей специализации. Только сохранив этот базис, можно переходить к практической ориентации фундаментальных курсов, обновляя их содержание с учетом как современных направлений развития и научных достижений соответствующей области химической науки, так и тенденций и особенностей развития той или иной области технологии. Среди множества проблем, сопутствующих концепции непрерывного образования, в том числе и химического, отметим также требование опережающего характера содержания химического образования по отношению к потребностям интенсивно развивающегося производства.

*Поступила 15.04.2011*