

ББК 74.58

Г.П.Дудчик, доцент; С.Е.Орехова, доцент

ОБЩЕХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВУЗОВ СТРАНЫ (ИЗ ПЯТИЛЕТНЕГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ III ТУРА ВСЕСОЮЗНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО ХИМИИ В БЕЛОРУССКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ)

The results of the third tour of All-Union chemical olympiad have been analysed. The problems of the higher technology school's fundamental chemical education are discussed.

За последние три десятилетия произошел бурный рост химических знаний, и этот процесс продолжается одновременно с интенсивным развитием химической технологии. Это не могло не отразиться на преподавании химии в вузах. Возникла необходимость во введении нового материала, изменении содержания и структуры традиционных фундаментальных, общеинженерных и специальных дисциплин, читаемых студентам-технологам, в изменении последовательности их изучения и в замене устаревших курсов новыми.

Все эти нововведения, вызванные объективной необходимостью и направленные на то, чтобы улучшить специальную подготовку студентов, проходили, однако, крайне болезненно и порождали массу проблем. Самая трудная из них - выбор оптимального соотношения фундаментальных, общеинженерных и специальных (химико-технологических) дисциплин. Опыт лучших отечественных и зарубежных технологических вузов свидетельствует о том, что следует отказаться от мысли подготовить хорошего специалиста путем максимально возможного расширения числа и содержания специальных курсов. Такие попытки заранее обречены на провал, так как процесс развития современной технологии всегда будет опережать процесс обучения.

Следовательно, обучение не должно сводиться к накоплению бесчисленного количества специальных знаний - они нужны сегодня, но безнадежно устареют уже завтра. Необходимо разбудить мысль студента, развить у него потребность и способность учиться самостоятельно и на протяжении всей его профессиональной деятельности. Только в этом случае выпускник технологического вуза из узкого специалиста, исполнителя превратится в руководителя, в создателя новой.

прогрессивной технологии. Однако такая организация специального технологического образования не может проводиться в отрыве от образования химического, как не может быть построено хорошее здание без прочного фундамента. И здесь неизбежно встает вопрос о фундаментальной химической подготовке студентов-технологов. Кто же станет оспаривать важность запоминания частных деталей, уравнений, правил и т. п. при изучении химии. Однако совершенно очевидно и то, что успехи в изучении химии, равно как и в химической технологии, определяются не заучиванием фактов и их механическим применением, а способностью использовать различные идеи для решения химических проблем. С этой точки зрения среди факторов, определяющих качество вузовского обучения химии, главенствующая роль должна принадлежать развитию у студентов понимания ( в противовес запоминанию), творческого отношения к предмету, умения ориентироваться в нестандартных ситуациях.

Пятилетний опыт проведения Всесоюзной олимпиады по химии в Белорусском технологическом институте позволяет дать достаточно определенный ответ на вопрос: насколько глубокий уровень фундаментальной химической подготовки специалистов-технологов в технологических и политехнических вузах страны, соответствует ли он современным тенденциям развития химии и преподавания химических дисциплин ?

III тур Всесоюзной олимпиады по химии среди студентов химико-технологических специальностей проводился после первых (вузовских) и вторых (республиканских) туров. В олимпиаде участвовали 17 делегаций, 15 - от союзных республик и 2 - от городов Москвы и Ленинграда. В большинстве республик число вузов, имеющих химико-технологические специальности, было невелико, но представители России, Москвы и Ленинграда проходили отбор из большого количества студентов. Участники III, заключительного тура - это сильнейшие из студентов химико-технологических специальностей, имеющие опыт участия в олимпиадах, и, как правило, это студенты 3-го и 4-го курсов, то есть уже получившие фундаментальную подготовку по химии.

Задания III тура в течение пяти лет имели приблизительно одинаковый уровень сложности, который всякий раз коррелировался в соответствии с результатами прошлого года.

Участникам олимпиады предлагалось три вида заданий: теоретические, теоретические с применением вычислительной техники и экспериментальные. Теоретические задания состояли из восьми задач (по две задачи по неорганической, аналитической, органической и физической химии). Теоретическое задание с применением ВТ включало одну задачу, степень сложности которой в химическом отношении была невелика, но здесь требовалось провести достаточно сложные расчеты, применив знания в области вычислительной техники. Выводы, сделанные нами, основаны на результатах выполнения первых двух видов заданий, так как в экспериментальном туре принимали участие только десять сильнейших участников олимпиады.

В течение пяти лет общая картина результатов оставалась неизменной. Из 40-60 студентов, принимавших участие в III туре, только 8-10 выполняли от 50 до 80% задания теоретического тура. Разрыв между этими и следующими за ними студентами в личном первенстве составлял, как правило, 20-25% баллов от максимального их количества. 15-20 участников III тура набирали 10% от максимального количества баллов. Вывод, который можно сделать из анализа этих цифр: среди сильнейших студентов химико-технологических специальностей страны едва набиралась десятка. Такое положение вряд ли можно считать удовлетворительным, а его причина, на наш взгляд, заключается в недостаточной фундаментальной подготовке студентов по химии. Конечно, на результатах олимпиады сказывалась разница в объемах фундаментальных курсов при подготовке специалистов различного профиля, сам уровень подготовки и т.д. Но, если проанализировать результаты соревнования среди сильнейших студентов, входящих в первую десятку, сравнить не умение находить остроумные решения олимпиадных заданий, а проанализировать уровень фундаментальной химической подготовки, то и его нельзя считать достаточно высоким. Студенты, набравшие большое количество баллов, продемонстрировали свое умение выходить из сложных ситуаций. Но если отталкиваться от анализа уровня их знаний в области фундаментальных химических дисциплин, то корреляция этих результатов на остальное студенчество наводит на печальные размышления. Если таковы результаты лучших, то как выглядят остальные?

Проиллюстрируем это на примере анализа физико-химической подготовки участников олимпиады. Из четырех традиционных

разделов химии физическая химия выбрана для иллюстрации естественным образом: во-первых, она не является неким "ответвлением" в химической науке, фактически составляя её основу, во-вторых, преподавание этого курса в технологических вузах страны является завершающим этапом общехимической подготовки специалистов. Независимо от профиля химико-технологической специализации студента его подготовка по физической химии предполагает прочное усвоение им некоторых базовых концепций, составляющих основу курса. Можно ли представить себе будущего специалиста, не усвоившего таких понятий и идей химической термодинамики, как константа химического равновесия, изменение энергии Гиббса и её применение в качестве критерия равновесия и направленности процесса, термодинамическая возможность протекания процесса и его практическая реализация? Это вопрос, не требующий ответа, - настолько он очевиден. Но вот каковы результаты решения простой задачи, предложенной на олимпиаде 1989 года. Условие задачи следующее: "Известно, что при нагревании бертолетовой соли имеют место две реакции - диспропорционирования и разложения с образованием кислорода. Пользуясь таблицами термодинамических свойств, установите, как соотносятся между собой эти реакции по термодинамической возможности их протекания, и охарактеризуйте процесс разложения соли с точки зрения законов стехиометрии". Из 40 студентов 25 вообще не стали решать задачу, 10 решали, но с грубыми ошибками, среди которых типичной было использование  $\Delta H$  или  $\Delta S^\circ$  вместо  $\Delta G^\circ$  для определения направления реакций, при этом ошибочный вывод о принципиальной неосуществимости реакции делался на основании отрицательной величины  $\Delta S^\circ$ . Таким образом, 35 студентов из 40 обнаруживали невладевание термодинамическим методом предсказания направления процесса, притом, что любой технолог, задумав осуществить какой-либо процесс, прежде всего должен быть уверен в том, что он принципиально возможен, и уметь эту возможность оценить заранее. Те же 5 студентов, которые в целом решили эту задачу, допустили следующие ошибки: использовали не принятые обозначения термодинамических величин, как правило, не отмечали стандартность условий, некорректно учитывали зависимость характеристик от температуры. Сравнивая полученные значения  $\Delta G^\circ$ , делали неверный вывод о том, что реакция

762226

ИНСТИТУТ ХИМИИ  
им. С. М. Кирилова

с более отрицательным значением  $\Delta G^\circ$  "пойдет намного быстрее". На олимпиаде 1990 года при выполнении одного из конкурсных заданий, также требующего умения использовать изменение энергии Гиббса для решения практических задач, более половины студентов не смогли даже записать выражение для  $\Delta G^\circ$  через тепловой эффект и изменение энтропии реакции, не говоря уже о вычислении величин  $\Delta G^\circ$ . Многие участники олимпиады не видели различия между самой термодинамической характеристикой и ее изменением, и поэтому в решениях задач то и дело встречались выражения типа:  $\Delta S$  реак. =  $\Delta S$  прод. -  $\Delta S$  исх. в-в и т.п. Далеко не всем из них были известны размерности основных термодинамических характеристик, а в качестве печального курьеза можно привести запись: "энергия Гипса". Когда в одной из задач потребовалось записать выражение, определяющее теплоемкость, около 80% студентов не смогли этого сделать. Такая же неутешительная картина обнаружилась и при анализе решений задач, связанных с расчетами химических равновесий. Так, например, одно из конкурсных заданий олимпиады 1989 года на расчет константы равновесия простой жидкофазной реакции по известным концентрациям реагентов до и после установления равновесия решили всего 2 студента, остальные просто не смогли записать выражение для константы равновесия через молярные доли. Встречались решения, где в выражение для  $K_c$  подставлялись не равновесные, а исходные концентрации. Большие затруднения вызывали задачи, в которых требовалось определить такие важные характеристики, как степень диссоциации исходного вещества или равновесный выход продукта. Примерно половина студентов просто не была знакома с этими понятиями.

Еще хуже результаты анализа умения студентов химико-технологических специальностей решать химические задачи с применением вычислительной техники. Как правило, студенты демонстрировали умение составлять алгоритм и программу вычислений для того уравнения, которое было им выведено. И, как правило же, не получали нужных результатов, так как не умели грамотно записать уравнение, отражающее химическую сущность задачи, выражение для константы химического равновесия, уравнение для расчета  $\Delta G^\circ$  реакции и т.п. То есть прослеживалось отсутствие умения применять знания из различных дисциплин в комп-

лексе, решать задачу грамотно и профессионально. Очевидно, этот факт объясняется тем, что традиционно курс ВТ преподается в отрыве от химических дисциплин и вследствие этого не формирует у студентов образа мышления, необходимого химику-технологу.

Четыре раза за пять лет оргкомитет III тура олимпиады БТИ издавал роталитным способом сборники задач III тура олимпиады предыдущего года и II тура текущего года с решениями. Первоначально предполагалось, что такие сборники будут служить пособием для будущих участников олимпиады. Однако в процессе работы над этими сборниками обнаружилось, что использование их для этой цели невозможно. Независимо от географического положения базового вуза II (республиканского) тура задания II тура в большинстве своем были предельно просты, иногда целиком заимствованы из известных учебных пособий, содержали ошибки, в некоторых случаях грубые, и никак не могли быть рекомендованы студентам. Надеясь исправить положение, составители первого сборника дополнили многие задания обширными комментариями, однако в течение последующих трех лет ситуация практически не менялась, и все четыре сборника вышли с вынужденными комментариями составителей, то есть, по сути, с разбором и исправлениями ошибок, имеющихся в заданиях республиканских туров.

Анализ заданий II тура Всесоюзной олимпиады как и все изложенное выше, подтверждает тот факт, что с образованием в области химических дисциплин в химико-технологических вузах не все благополучно. Ведь уровень сложности задач республиканских туров определяется уровнем подготовки студентов, которым эти задачи были предложены.

Основной целью Всесоюзной олимпиады по химии являлось выявление наиболее одаренной и талантливой молодежи. Эта цель в процессе проведения олимпиады была достигнута, лауреаты определены. Но одновременно пятилетний опыт организации и проведения III тура олимпиады дает возможность сделать вывод, что анализ результатов таких мероприятий может служить хорошим индикатором состояния высшего образования в целом.

В сегодняшних, очень сложных условиях существования страны и высшей школы сделанные выводы имеют ещё большее значение.