

Е.В.Радион, зав.кафедрой, Н.П.Матвейко, доцент

АКТИВИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ФХМП ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

The place and role of the analytical chemistry in the process of certification specialists teaching are discussed. Different forms of active training of students are considered as well as the ways of the further perfecting of educational work with these students.

Методы аналитической химии являются основой для разработки автоматических и лабораторных методов контроля качества сырья и готовой продукции, поэтому роль ее в процессе обучения студентов специальности Т.13.02.00 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» трудно переоценить. На старших курсах эти студенты изучают ряд специальных дисциплин и дисциплин специализаций, базирующихся на знании аналитической химии (общий объем составляет более 300 часов). Прежде всего это относится к дисциплине «Химико-аналитический контроль промышленных и продовольственных товаров», которая направлена на формирование у будущих специалистов инженерных знаний и навыков по применению химических и электрохимических методов анализа для контроля качества промышленной и пищевой продукции. Единый комплекс системы знаний (аналитическая химия и специальные дисциплины) является необходимой базой для выполнения курсовых и дипломных работ, посвященных разработке и модификации методик контроля качества различных товаров. В этой связи с целью обеспечения преемственности и согласованного подхода в преподавании, улучшения профессиональной подготовки будущих специалистов очень актуальным и целесообразным представляется контакт выпускающей и общеобразовательной кафедр, осуществляющих преподавание указанных дисциплин.

Первым шагом в этом направлении явилось взаимное согласование и взаимное рецензирование программ, разработанных в соответствии с образовательным стандартом по специальности и новым базовым учебным планом (типовой программы по аналитической химии и базовой по дисциплине «Химико-аналитический контроль промышленных и продовольственных товаров»). При этом в двустороннем порядке были учтены все пожелания и замечания, которые нашли свое отражение в окончательных вариантах обеих программ. Кроме того, тщательно согласованы списки основной и дополнительной рекомендуемой литературы, в качестве которой предложены современные учебные пособия ведущих химических и химико-технологических вузов стран СНГ. Таким образом, в 2000/2001 учебном году была создана единая методическая база для преподавания указанных дисциплин.

Поскольку аналитическая химия является основой дальнейшего изучения специальных дисциплин, кафедра ФХМП выдвигает определенные требования к уровню теоретических знаний и практических навыков своих студентов. Так, студенты должны иметь базовые знания по основным разделам курса аналитической химии (общие теоретические основы аналитической химии, качественный анализ, количественный анализ, методы маскирования, разделения и концентрирования). При этом, по мнению кафедры, достаточно трудно выделить какие-либо наиболее важные разделы. Студенты одинаково хорошо должны знать общие вопросы теории растворов, равновесия в растворах, основные типы химических реакций, применяемых в аналитической химии.

Они должны получить современные представления о теории и практике химических методов анализа, научиться общему подходу к выбору метода анализа, включая его научное обоснование. Кроме того, важным аспектом изучения аналитической химии является овладение техникой химико-аналитического эксперимента, умение грамотно выполнять все операции, которые используются при проведении гравиметрического или титриметрического анализа с применением полумикрометода.

Недостатки в подготовке студентов по аналитической химии и наиболее типичные ошибки, которые они допускают при изучении специальных дисциплин на кафедре ФХМСП, являются предметом нашего регулярного обсуждения, на основании чего проводится корректировка и совершенствование учебной работы. Так, выпускающая кафедра отмечает традиционно слабую выживаемость знаний студентов по таким вопросам аналитической химии, как способы выражения количественного состава растворов, выбор индикатора, определение погрешности титрования. Следует отметить, что кроме субъективных причин, которые выявляются в ходе указанного обсуждения и, следовательно, могут быть устранены, есть ряд объективных причин:

- разрыв между изучением общеобразовательной и специальной дисциплин составляет 2 года;
- студенты испытывают определенные трудности при изучении аналитической химии.

На второй причине следует остановиться особо. Сами студенты связывают трудности с тем, что аналитическую химию, в отличие от неорганической и органической, они не изучали в школе. Действительно, до изучения аналитической химии они в основном занимались синтезом. Переход от синтеза к анализу, противоположному по своей сути, требующему совсем другого подхода, мышления, является для студентов, особенно на первых порах, сложным. Кроме того, в химико-аналитическом эксперименте огромное значение имеют точность измерений и точность вычислений, необходимость проведения параллельных измерений и обработки данных методами математической статистики. Именно поэтому в свое время, особенно в западной научной литературе, велась полемика о переименовании аналитической химии в хеометрику – «науку о химических измерениях и вычислениях». Студенты не сразу привыкают ко всем требованиям аналитической химии, связанным с достижением необходимой точности и направленным на получение достоверной информации о составе анализируемого объекта. В практическом плане сложным для студентов является переход от синтеза, когда используются достаточно большие количества веществ, к анализу с использованием полумикрометода, при котором они имеют дело с десятками или сотыми долями грамма вещества или несколькими миллилитрами раствора.

Таким образом, необходимость активизации учебной деятельности студентов специальности ФХМП при изучении аналитической химии очевидна, и кафедра стремится использовать все возможные формы активного обучения с тем, чтобы знания и умения студентов максимально соответствовали требованиям выпускающей кафедры и служили надежной основой будущей профессиональной деятельности. Эти формы используются при проведении плановых учебных занятий (лекции, лабораторные занятия), для текущего контроля знаний (коллоквиумы, контрольные задания) и организации самостоятельной работы студентов (индивидуальные расчетные задания, зачетные работы, поисковая библиографическая работа). Кроме того, проводятся учебные экскурсии.

Лекции. Лекционный курс для студентов специальности ФХМП читается в объеме 36 часов. С целью повышения активности студентов и лучшего усвоения ими лекционного материала курс преподается в строго систематизированном виде, с использованием современных педагогических приемов проведения аналогий, выявления общего и различного, причем последнее осуществляется в режиме диалога со студентами. В итоге к концу семестра студенты постигают внутреннюю логику дисциплины и владеют «алгоритмом», который можно применить ко всем кривым титрования любого метода, выбору индикатора и оценке индикаторной погрешности титрования для любого случая. Именно эти теоретические вопросы, как указано выше, студенты усваивают слабее.

При диалоговом общении студенты демонстрируют хорошую подготовку по дисциплине «Теоретические основы химии». За счет этого при изложении теоретических основ классических методов химического анализа (равновесия в растворах и в системе осадок – раствор) появляется возможность уделить больше внимания новым для студентов вопросам, показать специфику применения знакомого им теоретического материала к решению новых для них химико-аналитических задач.

С целью активизации работы студентов на лекциях тщательно подбираются примеры, иллюстрирующие теоретический материал. Их можно разделить на 3 группы:

- Примеры, показывающие значение методов аналитической химии в будущей профессиональной деятельности. В этом случае студенты проявляют активность за счет понимания важности вопроса для дальнейшей учебы и работы.

- Примеры, связанные с выполнением лабораторных работ. Часть этих примеров приводится с «опережением» по отношению к графику выполнения лабораторного практикума. В этом случае активность студента вызвана тем, что данная информация ему вскоре пригодится. Другие примеры приводятся после выполнения лабораторной работы. При этом студенты вовлекаются в диалог, цель которого – обсудить явления, которые они наблюдали при выполнении работы, связать их с иллюстрируемым теоретическим материалом, найти причины возможных осложнений и неудач.

- Примеры, связанные с выполнением индивидуальных расчетных заданий и индивидуальных зачетных работ. Они подбираются так, чтобы показать правильный подход к решению расчетных или экспериментальных задач, в которых обычно допускаются ошибки, или нестандартных задач.

В результате можно констатировать, что студенты активно посещают лекции, ведут добротные конспекты и максимально используют лекционный материал при самостоятельной подготовке к занятиям.

Организация текущего контроля. Основными формами контроля традиционно являются индивидуальные допуски к выполнению лабораторных работ и коллоквиумы. С целью активизации учебной деятельности студентов контрольные мероприятия были несколько изменены и дополнены новыми. Поскольку многие студенты специальности ФХМП являются достаточно подготовленными, то проведение коллоквиумов только в устной форме по вопросам программы не вызовет у них больших сложностей. Хороший студент, который добросовестно подготовился, имея добротный конспект и самый современный учебник, легко перескажет теоретический материал. Поэтому были разработаны проблемные задания, требующие теоретического обоснования, подтверждения расчетами. С ними можно справиться только при условии, что весь теоретический материал к коллоквиуму студент понял и усвоил, а не просто выучил. В этом случае коллоквиум проводится в письменной форме (проблемные задания и решение задач) с

последующим собеседованием, в ходе которого проверяется, может ли студент применять теоретический материал к решению проблемных заданий.

До проведения 2 наиболее сложных коллоквиумов студенты должны выполнить 1-2 контрольных задания с последующим собеседованием, что позволяет им лучше подготовиться к сдаче коллоквиума.

Лабораторные работы. Студенты специальности ФХМП выполняют общий лабораторный практикум. Тем не менее, учитывая значимость для будущей профессиональной деятельности знаний и навыков, полученных на кафедре аналитической химии, дополнительный акцент делается на многих практически важных вопросах: стандартные образцы составов веществ, способы приготовления стандартных растворов, расчет факторов эквивалентности веществ в наиболее сложных случаях, особенно при проведении многостадийных анализов и анализов органических веществ, метрологические характеристики методов химического анализа и т.д. Большое внимание уделяется отработке навыков грамотного выполнения основных химико-аналитических операций.

Зачетные работы. Подробная информация об этом виде самостоятельной работы студентов и одновременно одном из наиболее важных обучающе-контролирующих мероприятий при изучении курса аналитической химии содержится в работе (Радион Е.В., Соколовский А.Е., Свирко Л.К., Коваленко Н.А. Выполнение зачетных работ по аналитической химии как фактор улучшения подготовки химиков-технологов // Труды БГТУ. – Сер. VII. Учебно-методическая работа. – 2000. – Вып. V. – С. 46-51), поэтому в рамках настоящей статьи будут обсуждены только новые аспекты выполнения зачетных работ студентами специальности ФХМП в 2000/2001 учебном году. Впервые в общем перечне зачетных работ кафедра ФХМСП отметила наиболее важные для своих будущих студентов работы (12 из 28). Студенты знали, что отмеченные работы рекомендованы выпускающей кафедрой, но при этом имели свободу выбора. В итоге оказалось, что 63,4 % студентов выбрали работы, рекомендованные кафедрой, а 36,6 % – другие работы из общего списка. Кроме того, студенты предпочли разнообразие тем. Так, 41 студент из 3 подгрупп выбрал 23 работы из 28, причем остались «без внимания» только те работы, которые явно ориентированы на студентов других специальностей.

Таким образом, тематика и характер зачетных работ оказались удачно подобранными, и расчет двух кафедр на то, чтобы ознакомить студентов с современными методами химико-аналитического контроля и практикой применения различных методов анализа для контроля качества сырья и продукции, оправдался. Все это, безусловно, способствует развитию связи обучения с будущей профессиональной деятельностью выпускников.

С учетом пожеланий выпускающей кафедры был разработан новый план оформления письменного отчета о выполнении работы. Он включает следующие пункты:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткая химико-аналитическая характеристика объекта анализа и определяемого компонента.
4. Обоснование выбора метода анализа применительно к конкретному объекту (*обзор методов анализа, позволяющих решить поставленную задачу; обоснование выбора предложенного метода, его сущность и аналитическая характеристика; в случае необходимости – расчет кривой титрования, выбор индикатора и оценка индикаторной погрешности титрования*).

5. Отбор пробы (включая вопросы усреднения пробы, взятия и расчета навески) и ее подготовка к анализу (выбор растворителя, оценка необходимости проведения разделения, концентрирования или маскирования).

6. Ход выполнения работы (включая приготовление и стандартизацию рабочих растворов).

7. Экспериментальные данные.

8. Обработка результатов анализа.

9. Оценка погрешности определения.

Такой план в полной мере отражает общую схему аналитического процесса, с которой студенты знакомятся на первой лекции: объект анализа → выбор метода → отбор пробы → подготовка пробы → измерение → обработка результатов → информация.

Надо отметить, что самостоятельная работа студента в соответствии с предложенным планом позволяет ему обобщить теоретический материал, изученный в течение семестра. Студент должен применить всю совокупность полученных знаний к решению конкретной аналитической задачи. Кроме того, он должен пройти все этапы аналитического процесса, в то время как при выполнении плановых лабораторных работ первые 3-4 этапа отсутствуют. Исключительно важно, что данная форма соответствует форме представления результатов анализа, которая используется в практической деятельности испытательных лабораторий.

Кафедра аналитической химии продолжает совершенствовать зачетные работы. Появляются новые варианты, приближенные к реальным производственным задачам, что приводит к активизации самостоятельной работы студентов. Появились зачетные работы по анализу реальных минеральных удобрений, предоставленных кафедрой ТНВиОХТ. Для анализа таких объектов некоторые студенты выбрали методы с применением ионитов, приведенные в специальных руководствах. Это потребовало от них дополнительной самостоятельной работы, т.к. в лабораторном практикуме на II курсе иониты не используются. Большой интерес вызвала новая зачетная работа по анализу сырья для производства колбасных изделий – нитрита натрия, предоставленного мясокомбинатом. Сотрудники этого предприятия поставили реальную задачу: выяснить содержание основного вещества в образце, поскольку готовая продукция по качеству (цвету) не соответствует требуемым нормам. В результате проведения достаточно трудоемкого анализа студенты установили, что нитрит частично разложился ($\omega \approx 80\%$), следовательно, его нельзя использовать для производства готовой продукции.

Таким образом, наибольший эффект в плане активизации деятельности студентов дают работы, в которых ставятся реальные задачи, решаемые химико-аналитическими службами различных производств.

Особо следует остановиться на самостоятельной библиографической поисковой работе, которую студенты проводят с целью выбора метода анализа. Поскольку содержание специальных курсов тесно взаимосвязано с ГОСТами РБ и международными стандартами, то при выполнении зачетной работы по аналитической химии студентам специальности ФХМП впервые было предложено ознакомиться в библиотеке с некоторыми из них. Многие отмечали положительную сторону такого библиографического поиска. Так, студенты, которые выбрали работу «Определение аскорбиновой кислоты в соках», нашли в ГОСТе наиболее пригодную для данного случая методику определения.

Некоторые студенты провели библиографический поиск с использованием алфавитно-предметного указателя к систематическому каталогу, что позволило им найти нужную информацию в периодических изданиях.

Индивидуальные расчетные задания. Помимо 3 типовых индивидуальных расчетных заданий, включающих задачи на приготовление растворов и расчеты результатов анализа, студенты получают 2 комплексных: по расчету кривых титрования, выбору индикатора для конкретного случая титрования и расчету индикаторной ошибки титрования по методам кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования. Эти задания, охватывающие основные теоретические вопросы курса, студент должен самостоятельно выполнить и защитить при изучении соответствующей темы, после чего он допускается к сдаче коллоквиума. Такая комплексная постановка задачи требует от студента активной самостоятельной индивидуальной работы.

Для студентов специальности ФХМП задания были усложнены: многим из них было предложено рассчитать кривые титрования смесей веществ при неодинаковых концентрациях титруемых веществ и титранта. Готового решения или аналогичного случая студент не может найти в учебной литературе. Однако, если он понял «идеологию» построения кривых титрования, прослушал лекции по кривым титрования смесей веществ и обратил внимание на условия, при которых возможно дифференцированное титрование компонентов, он должен без труда справиться с таким заданием.

Учебные экскурсии. Для студентов специальности ФХМП была организована учебная экскурсия на Международную выставку «Вузовская наука: приборы, технологии, материалы, программное обеспечение», в рамках которой работал раздел «Аналитика и аналитическое приборостроение». Студентов ознакомили с новыми аналитическими приборами, электронными устройствами и программно-техническими комплексами в аналитике, методиками пробоподготовки и проведения анализов, показали стандартные образцы составов.

Проведение подобных учебных экскурсий позволяет сформировать у студентов представление о видах современного исследования веществ и об использовании лабораторных данных для управления промышленными процессами.

Таким образом, в результате совместной работы общеобразовательной и выпускающей кафедр предложены такие содержание, объем и организационные формы изучения дисциплины и активизации учебной деятельности студентов, которые должны обеспечить усвоение и практическое применение соответствующих знаний для будущей деятельности выпускников.

Следующим этапом явится анализ выживаемости знаний и подведение итогов работы через 2 года, когда студенты сдадут экзамен по специальной дисциплине. Тогда же будут разработаны планы дальнейшего взаимодействия кафедр в обсуждаемом направлении.

Однако уже сейчас очевидна необходимость такого взаимодействия, поэтому среди первоочередных задач мы видим следующие:

- учебные экскурсии со студентами II курса на кафедру ФХМСП;
- взаимное ознакомление преподавателей 2 кафедр с лабораторными практикумами;
- активное участие кафедры ФХМСП в формировании и совершенствовании тематики зачетных экспериментальных работ по аналитической химии.