

Актуальность повышения качества образования в настоящее время обусловлена рядом причин, из которых наиболее значимыми являются переход системы высшего образования к рыночным отношениям, вступление России в единое Европейское образовательное пространство и соответственно - реформа системы высшего образования. Одним из основных факторов, определяющих качество образования, несомненно, следует признать степень соответствия тех знаний, умений и навыков, которые закладываются в процессе обучения, и способности использовать, применять их в дальнейшей профессиональной деятельности, т.е. компетентности специалиста, тем требованиям, которые предъявляются работодателем к сотруднику, занимающему определенную должность. Чем больше это соответствие, тем менее болезненно проходит адаптация молодого специалиста к условиям производства, выше результативность и эффективность его работы, и закономерно признание его заслуг, продвижение по служебной лестнице, рост благосостояния. Данному вопросу в последние годы посвящено огромное количество публикаций научных изданиях, в газетах, журналах, проведено немало дискуссий, семинаров и конференций, что широко освещалось на радио и телевидении, а также и обсуждалось в сети интернет. Закономерным итогом этого процесса явилось принятие Министерством образования и науки федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения, базирующихся на компетентностном подходе [1]. Для вузов наступил ответственный момент - время реализации новых стандартов, когда от слов нужно переходить к делу. Кафедра аналитической химии, сертификации и менеджмента качества (АХСМК), являясь одной из старейших кафедр Казанского химико-технологического института, в последствии - университета, а ныне - КНИТУ, ведет преподавание дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» («АХ и ФХМА») для студентов более 40 специальностей технологического профиля. Создание новой рабочей программы, соответствующей требованиям ФГОС ВПО третьего поколения, подвело к необходимости детально проанализировать образовательный стандарт по направлению подготовки 240100 - Химическая технология (квалификация (степень) «бакалавр») для того чтобы выделить те компетенции, которые необходимо сформировать при изучении названной дисциплины и сфокусировать образовательный процесс на их достижении. Стандарт в достаточно четкой и краткой форме устанавливает область профессиональной деятельности, которая охватывает: «методы, способы и средства получения веществ и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения; создание, внедрение и эксплуатацию промышленных производств основных неорганических веществ, строительных материалов, продуктов основного и тонкого органического синтеза, полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, лекарственных

препаратов, энергонасыщенных материалов и изделий на их основе». В рамках современного определения аналитической химии как науки, развивающей общую методологию, методы и средства получения информации о химическом составе вещества и разрабатывающая способы анализа различных объектов (в пространстве и времени), данная научная дисциплина, бесспорно, входит в область профессиональной деятельности химиков-технологов. Это находит подтверждение в ФГОС ВПО, где в качестве объектов профессиональной деятельности бакалавров определены четыре элемента, два из которых непосредственно связаны с аналитической химией (выделены и далее по тексту курсивом): «химические вещества и материалы; методы и приборы определения состава и свойства веществ и материалов; оборудование, технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов, изделий, а также системы управления ими и регулирования; методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от влияния промышленного производства, энергетики и транспорта». С целью проектирования образовательного процесса для формирования необходимых знаний, умений, навыков и способности обучающихся по их практическому применению были сопоставлены профессиональные задачи, которые должен решать химик-технолог в соответствии с предусмотренными стандартом видами деятельности, с требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ООП) бакалавриата, сформулированными в форме профессиональных компетенций - ПК (в табл.1). В таблице введены сокращения поименованных в ФГОС ВПО видов профессиональной деятельности: производственно-технологической - ПТД; организационно-управленческой – ОУД; научно-исследовательской – НИД; проектной – ПД, соответственно. Профессиональные задачи - ПЗ, пронумерованы в табл. 1 в порядке их перечисления в ФГОС ВПО. Приведенные данные свидетельствуют о достаточно полном соответствии профессиональных задач, решаемых бакалаврами по направлению подготовки 240100 – «Химическая технология», с теми профессиональными компетенциями, которые они должны обрести в результате освоения данной основной образовательной программы. В большинстве случаев имеет место их совпадение не только по смысловому содержанию, но и тексту, например, в области производственно-технологической деятельности: ПК 13 и ПЗ 7, ПК 14 и ПЗ 8, ПК 15 и ПЗ 9, ПК 16 и ПЗ 10; в области научно-исследовательской деятельности: ПК 21 и ПЗ 12, 13, ПК 25 и ПЗ 11; в области проектной деятельности: ПК 25 и ПЗ 11, ПК26 и ПЗ 29. Для решения некоторых взаимосвязанных профессиональных задач бакалавр должен использовать комплекс компетенций. Так, при планировании и выполнении мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений (ПЗ 26 ОУП) выпускник-бакалавр должен продемонстрировать владение, по крайней мере, ПК 11 и ПК 12; а при решении

ПЗ 21, 23, 24 и 25 необходимы ПК 17, 18 и 20. Стандарт содержит и некоторые компетенции бакалавра, сформулированные в достаточно пространной форме, например, ПК 19 связана с решением профессиональных задач 17, 18, 19, 20, 22. В то же время, в рассматриваемом ФГОС ВПО встречаются и неоднозначные моменты. Например, одна из базовых для химика-технолога компетенций - способность «использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности» (ПК 23), предназначена лишь для сферы научно-исследовательской деятельности. В рамках той же НИД почему-то рассматривается и умение «проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов» (ПК 22). Также достаточно сложно представить производственно-технологическую деятельность химиков-технологов квалификации «бакалавр», связанную с составлением математических моделей типовых профессиональных задач, нахождением способов их решений и интерпретацией профессионального (физического) смысла полученного математического результата (ПК-8). Следует заметить, что некоторые профессиональные задачи (например, ПЗ 22 и ПЗ 30) не нашли четкого отражения в соответствующих компетенциях, а ряд поименованных в стандарте компетенций вообще «выпали» из ссылок учебных циклов ООП, в которых они должны формироваться: например, ОК-12, ПК-16, ПК-17 и ПК-22. Анализ стандарта применительно к дисциплине «АХ и ФХМА» показывает, что для решения таких профессиональных задач как организация входного контроля сырья и материалов (ПЗ 2), контроль за соблюдением технологической дисциплины (ПЗ 3), контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов (ПЗ 4) необходимо знание основ аналитической химии. В процессе изучения данной дисциплины должна сформироваться (отчасти) также способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-7), необходимая для осуществления производственно-технологической деятельности бакалавра. В соответствии с установленной стандартом структурой ООП бакалавриата дисциплина «АХ и ФХМА» входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла (Б.2) наряду с математикой, информатикой, физикой, общей, неорганической, органической, физической и коллоидной химией и экологией. В результате освоения данной дисциплины студент должен: - знать «основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа - электрохимических, спектральных, хроматографических; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа; - уметь выполнять основные химические операции, определять термодинамические

характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; провести качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; Таблица 1 – Профессиональные компетенции и задачи, решаемые бакалаврами по направлению подготовки 240100 – «Химическая технология»

Профессиональные компетенции (ПК) (способность и готовность) Решаемые профессиональные задачи (ПЗ) Код учебных циклов ООП, формирующих компетенции ПК-7 (ПТД) осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции ПЗ 1 (ПТД) организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования ПЗ 2 (ПТД) организация входного контроля сырья и материалов ПЗ 3 (ПТД) контроль за соблюдением технологической дисциплины ПЗ 4 (ПТД) контроль качества выпускаемой продукции с использованием типовых методов ПЗ 5 (ПТД) исследование причин брака в производстве и разработка мероприятий по его предупреждению и устранению Б 2, Б 3, Б 4 ПК-8 (ПТД) составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата Б 2, Б 6 ПК-9 (ПТД) применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ деловой сферы деятельности; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования Б 6 ПК-10 (ПТД) использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности ПЗ 6 (ПТД) участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции Б 1, Б 4 ПК-11 (ПТД) обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения ПЗ 26 (ОУД) планирование и выполнение мероприятий по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экологических нарушений Б 6 ПК-12 (ПТД) использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы

охраны труда; измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест Б 3, Б 4 ПК-13 (ПТД) налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств ПЗ 7 (ПТД) участие в работе по наладке, настройке и опытной проверке оборудования и программных средств Б 3, Б 4 ПК-14 (ПТД) проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования ПЗ 8 (ПТД) проверка технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта Б 3, Б 4 ПК-15 (ПТД) к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования ПЗ 9 (ПТД) приемка и освоение вводимого оборудования Б 3 ПК-16 (ПТД) анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования ПЗ 10 (ПТД) составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт - Окончание табл. 1 ПК-17 (ОУД) анализировать технологический процесс как объект управления ПЗ 21 (ОУД) подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно- технических и организационных решений на основе экономического анализа ПЗ 22 (ОУД) подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия ПЗ 23 (ОУД) проведение организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных участков ПЗ 24 (ОУД) разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений ПЗ 25 (ОУД) проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений - ПК-18 (ОУД) определять стоимостную оценку основных производственных ресурсов Б 1 ПК-20 (ОУД) систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов предприятия и формированию ресурсов предприятия Б 1 ПК-19 (ОУД) организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации и нормировании труда ПЗ 19 (ОУД) организация работы коллектива в условиях действующего производства ПЗ 20 (ОУД) планирование работы персонала и фондов оплаты труда ПЗ 17 (ОУД) составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), а также составление отчетности по утвержденным формам ПЗ 18 (ОУД) выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов Б 1 ПК-21 (НИД) планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения ПЗ 13 (НИД) проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов ПЗ 12 (НИД) математическое моделирование процессов и объектов на базе

стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований Б 2, Б 6 ПК-22 (НИД) проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов - ПК-23 (НИД) способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности ПЗ 14 (НИД) подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций ПЗ 15 (НИД) составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок ПЗ 16 (НИД) проведение мероприятий по защите объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия Б 2, Б 6 ПК-24 (НИД) использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления Б 2 ПК-25 (НИД) изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования ПЗ 11 (НИД) изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования Б 3 ПК-26 (ПД) разрабатывать проекты (в составе авторского коллектива) ПЗ 29 (ПД) участие в разработке проектной и рабочей технической документации Б 3 ПК-27 (ПД) использовать информационные технологии при разработке проектов ПЗ 27 (ПД) сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования технологических процессов и установок Б 2, Б 6 ПК-28 (ПД) проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (в составе авторского коллектива) ПЗ 28 (ПД) расчет и проектирование отдельных стадий технологического процесса с использованием стандартных средств автоматизации проектирования Б 3 ПЗ 30 (ПД) контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам - - владеть экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений; экспериментальными методами определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений; методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов». Если сравнить рассматриваемый стандарт с образовательными стандартами второго поколения по ряду направлений подготовки инженеров технологического профиля [2], то в отношении дисциплины «АХ и ФХМА» налицо практически полная идентичность содержания, которое для бакалавров дополнено фразой о знании методов метрологической обработки результатов анализа. Исходя из приведенных выше выдержек роль аналитической химии в образовательном процессе, как научной дисциплины, сводится к формированию знаний, умений и навыков проведения

качественного и количественного анализа с помощью химических и физико-химических методов, представляющих собой лишь часть ЗУН, требуемых для овладения студентами одной единственной профессиональной компетенции в области производственно-технологической деятельности (ПК-7). Однако значение этой дисциплины при компетентностном подходе не ограничивается вышеозначенными рамками. В процессе изучения «АХ и ФХМА» формируются умения и навыки проведения химических экспериментов, в том числе стандартных и сертификационных испытаний изделий и материалов, а также обработки полученных результатов и оценки погрешности, что соответствует сформулированным в ФГОС ВПО ПК-21÷23, но значение которых не ограничивается областью научно-исследовательской деятельности химика-технолога. Умение «выбрать метод анализа», которое должно сформироваться в результате освоения данной дисциплины, в соответствии со стандартом предназначенное для решения «заданной аналитической задачи», следует рассматривать как один из важных аспектов производственно-технологической деятельности бакалавров, тесно связанный с их участием «в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции» (ПЗ 6). Более того, умение «выбрать метод анализа» составляет основу для знаний и умений, которые должны быть сформированы при освоении студентами базовой части профессионального цикла ООП (Б.3): например, знание методов и средств диагностики и контроля основных технологических параметров и умение выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. Таким образом, знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «АХ и ФХМА», необходимы бакалавру химико-технологического профиля и при выполнении работ по проектированию новой продукции, и на стадии технологической подготовки производства. Не следует умалять и значение самих аналитических данных, поскольку точные и достоверные аналитические данные, оперативно получаемые по ходу протекания технологического процесса, являются базой для принятия обоснованных управленческих решений, позволяют своевременно выявить причины появления брака в производстве и разрабатывать мероприятия по их предупреждению и устранению (ПЗ 5). Таким образом, аналитический контроль создает условия для управления технологическим процессом с целью обеспечения качества выпускаемой продукции. Без системы аналитического контроля состава и свойств материалов на всех этапах технологического процесса невозможно создание эффективной системы менеджмента качества (СМК), которая представляет неотъемлемую часть структуры современного предприятия, стремящегося к выпуску конкурентоспособной продукции (следует заметить, что в образовательном стандарте задача создания системы менеджмента качества предприятия сформулирована только в плане подготовки ее документации - ПЗ 22 ОУД). Без аналитических данных

невозможно решение и профессиональной задачи в области организационно-управленческой деятельности, связанной с планированием и выполнением мероприятий по предупреждению профессиональных заболеваний и экологических нарушений (ПЗ 26). Таким образом, без надежных аналитических данных невозможна ни разработка современных технологических процессов, ни контроль их функционирования, ни контроль за состоянием окружающей среды после их реализации. Следовательно, содержание дисциплины «АХ и ФХМА» при подготовке бакалавров химико-технологического профиля должно включать не только химические и физико-химические методы определения качественного и количественного состава, но и давать представление об аналитической службе предприятия, как системе обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла продукции. Именно при таком подходе сильнее проявляется междисциплинарный характер аналитической химии, как науки, способствующей формированию ряда интегративных компетенций (например, ПК-7, -10, -11, -12, -16, -17, -23, -25, -26), базирующихся на освоении студентами нескольких дисциплин, взаимосвязанных между собой логикой решения соответствующих профессиональных задач. Этой цели несомненно должно способствовать представление об аналитической химии как научной базе функционирования аналитической службы предприятий, которую можно охарактеризовать как сложную систему организаций, методов, приборов, нормативной и технической документации, средств метрологического обеспечения для выполнения конкретных анализов и осуществления аналитического контроля. Немаловажная роль в формировании у студентов представлений о значении, структуре и границах деятельности аналитической службы на предприятиях должна вытекать из целей ее функционирования, связанных с получением информации о химическом составе веществ, которые необходимы в процессе материального производства для решения задач, возникающих при изучении состава веществ, оценивании соответствия этого состава требованиям и управлении составом. Поэтому содержание дисциплины «АХ и ФХМА» должно включать и вопросы организации деятельности аналитической службы предприятия, которые охватывают: - стадию проектирования деятельности подразделения аналитической службы. На этой стадии решают, какие вещества подлежат анализу, какие компоненты подлежат определениям, каковы интервалы их содержаний, каковы должны быть быстродействие / производительность того или иного звена (прибора, лаборатории и т.п.), какие погрешности результатов определений могут быть допущены и проч.; - подготовку деятельности. На этой стадии принимают решение о том, какими методами, с использованием каких средств должны выполняться анализы с учетом требований, сформулированных на стадии проектирования. В результате должно быть достигнуто необходимое материально-техническое, нормативное и метрологическое обеспечение

деятельности аналитической службы, а также обеспечение ее персоналом требуемой квалификации; - отладку деятельности подразделения. На этой стадии происходит освоение аппаратуры и методик персоналом, оценивание соответствия достигнутых показателей установленным требованиям, обоснование и принятие решения о готовности подразделения выполнять те или иные виды анализов в соответствии с указанными требованиями; - осуществление оперативной деятельности подразделения. На этой стадии происходит выполнение анализов, контроль качества деятельности подразделения, устранение недостатков. Следует выделить тот аспект, что качество предоставляемых аналитической службой результатов необходимо гарантировать в соответствии с международными правилами контроля качества выполнения анализов (таких, как GLP – стандарты). Следовательно, студентам необходимо знание тех основных требований, выполнение которых характеризует качество работы подразделений аналитической службы (критерии эффективности), включая: полноту данных испытаний/анализов; оперативность их поступления; достоверность данных анализа и заключений о соответствии или несоответствии вещества / анализируемой среды установленным в нормативной и технической документации показателям. Выполнение таких требований позволяет предприятию аккредитовать свои лаборатории и подтверждать качество выпускаемой продукции через процедуру декларирования соответствия (если таковая форма подтверждения предусмотрена законодательством) или сертификации без привлечения сторонних аккредитованных испытательных центров, что связано со снижением соответствующих затрат. Более того, охват всех технологических процессов, всех стадий производства продукции аналитическим контролем не только дает информацию о ходе процесса, его эффективности и выходе продукта, и его результаты можно использовать для достижения максимального выхода и чистоты продукта, обеспечивая его качество, но и создает условия для внедрения и функционирования системы менеджмента качества, системы экологического менеджмента и системы безопасности труда на предприятии. Что, в свою очередь, связано с повышением экономической эффективности работы химического предприятия и конкурентоспособности его продукции как на отечественном, так и международном рынках. Таким образом, при компетентностном подходе разработка рабочей программы по дисциплине «АХ и ФХМА» требует существенной корректировки ее содержания путем включения ряда вопросов междисциплинарного характера, позволяющих целостно подойти к формированию интегральных компетенций бакалавров технологического профиля. Однако эту работу нельзя считать завершенной, поскольку возникает противоречие между увеличением объема учебного материала и некоторым сокращением аудиторных часов, предусмотренных учебными планами бакалавров, что вызывает необходимость поиска других форм и методов

преподавания и новых образовательных технологий.