

УДК 378.14:372.854

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ****Березина С.Л., Горячева В.Н., Елисеева Е.А., Слынько Л.Е.***ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: sberezina2008@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы подготовки высококвалифицированных инженерных кадров. Определены возможные направления формирования профессиональных компетенций студентов технического вуза в соответствии с новыми стандартами. Показано, что планирование и реализация компетентностного подхода при обучении студентов инженерных направлений возможны на основе приобретения междисциплинарных знаний, представления образовательного процесса в виде интегративной целостности. Обоснована актуальность практико-ориентированной подготовки при обучении студентов естественным наукам в рамках общеобразовательных дисциплин. Определена необходимость модульно-компетентностного подхода в формировании структурного содержания дисциплины «Химия». Показана специфика изложения материала по курсу химии на одном из отраслевых факультетов МГТУ им. Н.Э. Баумана, необходимость перехода к профильному обучению на основе межпредметных связей со спецкафедрами разной инженерной направленности, осуществления принципа непрерывности обучения и усиления его практической направленности. Отмечена интегративность профессионально значимых компетенций, необходимость связи изучаемых дисциплин с учетом специализации профильных научных и производственных предприятий. Сочетание фундаментального образования с профессионально-прикладной подготовкой и вклад химических компетенций в формирование профессиональных являются залогом обеспечения эффективности творческой деятельности специалистов инженерной направленности с учетом инновационных потребностей современных производств.

Ключевые слова: практико-ориентированное образование, интегративный подход, междисциплинарные знания, профессиональные и химические компетенции, направления инженерной подготовки

**FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES OF TECHNICAL
UNIVERSITY STUDENTS IN LEARNING CHEMISTRY****Berezina S.L., Goryacheva V.N., Eliseeva E.A., Slynko L.E.***Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical
University» (BMSTU), Moscow, e-mail: sberezina2008@yandex.ru*

This article deals with the issues of training highly qualified engineering personnel. The possible directions of the formation of professional competencies of students of technical universities are determined in accordance with the new standards. It is shown that the basis for planning and implementing a competence approach for engineering students is the acquisition of interdisciplinary knowledge, the presentation of the educational process in the form of integrative integrity. The urgency of practice-oriented training in teaching students of natural sciences within the framework of general educational disciplines is grounded. The necessity of the module-competence approach in the formation of the structural content of the discipline «Chemistry» is determined. The specifics of the specialized chemistry exposition are revealed on the example of an industry-specific department of the Bauman Moscow State Technical University, taking into account the specialization of basic enterprises as well the necessity of transition to profile training on the basis of intercommunications with special departments of different engineering orientation, implementation of the principle of continuity of training and strengthening of its practical orientation. Integrity of professionally significant competences, necessity of communication of studied disciplines taking into account specialization of specialized scientific and industrial enterprises is noted. The combination of fundamental education with vocational training and the contribution of chemical competencies to the formation of professionals is the guarantee of the effectiveness of the creative activity of engineering specialists taking into account the innovative needs of modern industries.

Keywords: practice-oriented education, integrative approach, interdisciplinary knowledge, professional and chemical competence, direction of engineering training

В современных условиях для реализации и развития инновационных технологий необходимы высококвалифицированные специалисты инженерно-технической направленности, способные на творческие поиски новых идей и возможностей, разработку новых методик и создание новых материалов, что делает актуальной задачу повышения эффективности образования в техническом вузе. При этом необходимо смещение акцентов в сторону целевой подготовки студентов по приоритетным направлениям для актуализации роли инжене-

ра в решении важной задачи модернизации и технологического развития экономики нашей страны.

Дисциплина «Химия» в МГТУ им. Н.Э. Баумана входит в базовую часть математического и естественнонаучного блока образовательной программы бакалавриата, ее изучение предполагает наличие у студентов знания основ химии, физики, математики в объеме средней школы, владение элементарными навыками работы с химическими реактивами и химическим оборудованием.

Обучение осуществляется в рамках курса химии в виде модульной системы – тематически объединенных блоков информации, включающих разделы по строению атомов и молекул, кинетике и термодинамике химических процессов, электрохимическим процессам в источниках тока и электролизерах, коррозионным процессам в сплавах и методам защиты их от коррозии.

Реализация компетентного подхода не может быть обеспечена одной дисциплиной и осуществляется на междисциплинарной основе. Изложение студентам курса химии предшествует изучению таких дисциплин, как материаловедение, технология конструкционных материалов, ракетно-космические технологии, и требует согласования с прикладными дисциплинами соответствующих инженерно-технологических направлений, что не может не отражаться на вариативности содержания программ, учебников, учебных пособий, методических материалов, вариантов домашних заданий и текущего и итогового контроля по химии.

Сочетание фундаментального образования с профессионально-прикладной подготовкой, практико-ориентированное образование, осуществляемое в рамках контекстного обучения [1, 2], нацелено на усиление научно-производственной составляющей.

Представление образовательного процесса в виде интегративной целостности позволяет развивать творческую составляющую в будущей деятельности инженера. Химические компетенции как вклад в профессиональные предполагают приобретение студентами знаний, умений, практических навыков химического эксперимента с возможностью использования в специализированной области производства.

При формировании и развитии химических компетенций, являющихся, как и любые другие, структурным образованием, выделяются три самостоятельных компонента [3] со своей степенью выраженности: когнитивный, определяющийся набором знаний; деятельностно-практический, включающий предметные умения и представления о цели и последовательности действий; и личностно-мотивационный (стремление к изучению, осознание процесса деятельности и цели обучения).

В соответствии с их содержанием в процессе обучения студенты должны приобрести химическую грамотность (освоить химическую терминологию, знать основные положения, принципы и понятия, уметь использовать знания о структуре, свойствах и применении веществ при решении хими-

ческих задач), освоить методику проведения лабораторных работ (знание техники безопасности, правильное использование химических реактивов и лабораторного оборудования при проведении опытов, умение проводить наблюдения, измерения, интерпретировать экспериментальные результаты), ориентироваться в литературных источниках (находить, анализировать, систематизировать, интерпретировать информацию в области химических знаний), сформировать химическое мышление для применения в будущих профессиональных областях (оборонной, энергетической, экологической и других).

Преподаватели кафедры имеют многолетний опыт преподавания химии на отраслевых факультетах МГТУ им. Н.Э. Баумана, одним из которых является факультет ракетно-космической техники (ОФ РКТ), созданный академиком С.П. Королевым в 1961 г. Факультет осуществляет целевую подготовку специалистов в области систем управления космическими транспортными средствами, разработки конструкций и технологий изготовления космических аппаратов.

Базовыми предприятиями факультета являются Ракетно-космическая корпорация «Энергия» (конструкторское бюро и завод экспериментального машиностроения), ЦНИИМАШ (разработка перспективных направлений освоения космоса), КБ ХИММАШ (разработка и испытание двигателей для пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций), НПО «Композит» (разработка современных материалов и технологий для космической техники), НПО измерительной техники (разработка систем и средств контроля за состоянием космических объектов, измерения параметров, систем регистрации и передачи информации).

Многообразие кафедр, представленных на факультете, требует специализированного подхода к изложению материала по химии; структурирование его содержания нацелено на формирование профессиональных компетенций [4, 5].

Конкретизируем вышесказанное с учетом направлений профессиональной подготовки на факультете РКТ.

1. Направление подготовки «Системы управления летательными аппаратами» (реализуется в рамках образовательной программы «Системы автоматического управления»).

Будущий инженер получает знания в области алгоритмов управления. Ему необходимы химическая грамотность и готовность применения химических знаний при решении таких профессиональных задач,

как оценка и разработка составляющих блоков и функциональных элементов систем (составы покрытий для антенн космической связи, радиотелескопов, отражателей, космических антенн, приборов специального назначения), сведения о применении полимерных композитных материалов, терморегулирующих диэлектрических слоев из диоксида циркония, износостойких покрытий из наноструктурированного углерода и других.

2. Направление подготовки «Инструментальная техника и технологии» (в рамках образовательной программы «Проектирование технологических машин и комплексов»). Объектами изучения являются технологические процессы, режущие инструменты и инструментальные системы, используемые в промышленности для обработки изделий ракетной техники общего и специального назначения, системы для конструирования инструментальной техники и управления технологическими процессами, являющиеся, в том числе, основой для сверхпрецизионных технологий, определяющих прогресс ракетостроения, машиностроения и приборостроения.

Спецификой конкретизирующих акцентов при изложении модуля «Электрохимические процессы» являются примеры практического применения методов электрохимической размерной и анодно-механической обработки для изделий ракетно-космической техники, процессов электрохимического полирования и шлифования твердосплавных материалов, примеры влияния состава и pH электролита на количественные и качественные характеристики изделий, кинетические и термодинамические параметры процессов химического и электрохимического травления, методы получения химических и гальванических покрытий для высоконагруженных узлов, примеры получения электролизом металлических покрытий и сплавов, реакции высокотемпературного получения покрытий осаждением из газовой фазы.

3. Направление подготовки «Технология ракетно-космического машиностроения» (в рамках образовательной программы «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»). Выпускаются специалисты в области наукоемких, инновационных и конверсионных технологий ракетно-космического машиностроения. Приоритетными направлениями являются технологии формообразования элементов конструкций, композиционные материалы и нанокомпозиты, технологии диагностики качества аппаратов ракетно-космической техники.

Уместными и важными будут примеры химических реакций в элементах конструкции сопла с карбидными, нитридными, вольфрамовыми покрытиями на деталях, а в технологиях высококонцентрированных источников энергии – примеры химических реакций в неравновесной плазме, химические лазеры.

4. Направление подготовки «Космические аппараты и ракеты-носители» (в рамках образовательной программы «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»).

Студенты получают специализацию по жидкостным межконтинентальным ракетам и носителям космических аппаратов, межконтинентальным твердотопливным ракетам, крупногабаритным космическим конструкциям. Необходимыми являются сведения о составе и свойствах применяемых в космических конструкциях материалов, химических свойствах топлив и их влиянии на коррозионную активность конструкционных сплавов, о катализаторах процессов горения твердых, жидких, газообразных топлив, примеры термодинамических расчетов равновесных химических составов топлив, радиоактивный распад в ТВЭЛх. Примером применения неметаллических конструкционных материалов в ракетной технике служит информация о герметиках, клеях, фторопластах, особенностях форм устойчивого состояния углерода (графит, стеклоуглерод и т.д.), о применении органических соединений в ракетных топливах в качестве горючих (керосины, спирты, амины, газообразные углеводороды), об использовании элементоорганических соединений (триэтилалюминий и его свойства).

При обзоре свойств химических элементов важны сведения о гидридах лития, циркония, сплавах алюминия с бором, карбидах, нитридах тугоплавких металлов (гафния, циркония и других) и их свойствах при высоких температурах. Примерами применения химических элементов в составах ракетных топлив служат s-, p-, d-металлы, аммиак, гидразин N_2H_4 и его производные, водород, бораны в качестве горючих, элементы VA–VII A групп и их соединений (O_2 , H_2O_2 , N_2O_4 , HNO_3 , галогены и их соединения) – в качестве окислителей.

Остановимся на некоторых примерах.

Пример 1. Однокомпонентные ракетные топлива – вещества, сгорающие с выделением большого количества тепла. К ним можно отнести топлива на основе растворов органических соединений в перексиде водорода, на основе растворов органических соединений в азотной кислоте, на основе

нитросоединений, – нитрометана CH_3NO_2 , нитроэфиров (метилнитрат CH_3ONO_2 , этилнитрат $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONO}_2$).

Практическое применение как однокомпонентное вспомогательное топливо нашел 80–90 % – пероксид водорода, применяемый для образования парогазовой смеси, с помощью которой приводятся в действие турбины насосов, подающих топливо в ракетном двигателе.

Разложение пероксида водорода осуществляется при действии твердых или жидких катализаторов (например, этиловый спирт, ацетон, глицерин) и протекает по реакции



Пример 2. В самовоспламеняющихся топливах в качестве катализаторов процесса окисления применяют:

- металлы (Pt, Pd);
- оксиды металлов (CuO , V_2O_5 , PbO);
- соединения металлов с переменной степенью окисления (нитрат железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, хлорное железо $\text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, оксодихлорид ванадия VOCl_2);
- перманганаты ($\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$, KMnO_4 , NaMnO_4);
- соли органических кислот $(\text{RCOO})_{2,3}\text{M}$;
- смешанные катализаторы ($\text{MnO}_2 + \text{PbO}_2$, $\text{CuO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$).

Ориентирование практических занятий на факультете по профилю спецкафедры требует постановки специализированных лабораторных работ. Одной из них является лабораторная работа по определению удельной теплоты сгорания твердого топлива калориметрическим методом, проводимая на базе РКК «Энергия» для студентов старших курсов, методические указания к которой изданы совместно кафедрами «Ракетные двигатели» и «Химия».

На старших курсах студенты знакомятся с методиками по газовой хроматографии, инфракрасной спектроскопии, люминесцентному анализу, анализу компонентов топлив и рабочих тел на ГОСТ методами титрования, кулонометрии, кондуктометрии, вольтамперометрии, с основами которых они могут быть ознакомлены при изучении химии с использованием методических разработок кафедры.

На базовых предприятиях факультета РКТ осуществляется важный принцип непрерывности обучения и усиления его практической направленности [6]. Студенты получают практические навыки в технологических отделах и научно-исследовательских лабораториях в процессе научно-производственной практики, а в дальнейшем выполняют курсовые и дипломные проекты

по реальным проблемным тематикам с учетом технологических и экологических требований.

Отметим некоторые этапы химического образования, не рассматривающиеся подробно в рамках данной статьи.

Осознанию студентами значимости химических знаний и приобретению личного опыта способствуют обучение и контроль в процессе аудиторной и внеаудиторной работы, свободный доступ к методическим и учебным материалам, онлайн-консультирование, позволяющее в диалоге с преподавателем аргументированно воспринимать приобретаемые знания.

Возможность проверки эрудиции и развития интеллектуальной активности дает участие студентов в олимпиадах по химии, где для решения предлагаются задачи проблемного и прикладного характера, построенные на основе практических ситуаций.

По линии студенческого научно-технического общества студенты участвуют в реферативной и исследовательской работе, в ежегодных конференциях «Студенческая весна»; лучшие работы публикуются в научно-технических студенческих журналах.

Одним из примеров является выполненная студентом ОФ РКТ Н. Федоровым экспериментальная работа по созданию установки для получения плазмы. Им были собраны два источника высокого напряжения – генератор на тиристорах и генератор Тесла. Для демонстрационного эксперимента использовались магнит, фотовспышка, лампы накаливания и лампы дневного света. Разряды отличались длиной, формой и цветом, в зависимости от газовой среды, в которой они были получены, длина разрядов зависела от электрической мощности установок; результаты работы опубликованы в «Молодежном научно-техническом вестнике МГТУ им. Н.Э. Баумана».

Выводы

Развитию познавательных функций студента (приобретение знаний, умений и навыков) и формированию личностных качеств (целеустремленности, инициативности, самостоятельности мышления) способствуют различные виды учебной деятельности.

Связь профессионального образования с реальными потребностями современных наукоемких производств обеспечивается сочетанием фундаментальных дисциплин с прикладными дисциплинами инженерной направленности в контексте практико-ориентированного образования.

В силу специфики инженерной деятельности химические компетенции при подго-

товке инженеров являются важным и неотъемлемым вкладом в профессиональные.

Формируемые личностные качества, включающие химическую грамотность, практический опыт химической деятельности, способность и готовность применять знания о химических свойствах используемых материалов, энергетических и кинетических параметрах химических процессов при решении производственных задач с учетом технологических и экологических требований, способствуют становлению интеллектуальной и творческой активности инженера, его конкурентоспособности и возможности максимальной реализации в инновационной деятельности.

Список литературы

1. Двуличанская Н.Н., Березина С.Л. Практико-ориентированное естественнонаучное образование как основа

подготовки компетентных специалистов // Инновации в образовании. – 2015. – № 8. – С. 12–19.

2. Двуличанская Н.Н., Березина С.Л. Организационно-педагогические условия формирования химической компетентности у студентов технических специальностей // Актуальные проблемы химического и экологического образования: материалы 58-й Всерос. научно-практич. конф. с междунар. участием. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – С. 327–331.

3. Хуторской А.В. Ключевые компетенции. Технологии конструирования // Народное образование. – 2003. – № 5. – С. 55–61.

4. Криволапова Е.В. Реализация межпредметных связей в процессе обучения химии студентов технического направления // Молодой ученый. – 2017. – № 21. – С. 38–40.

5. Дорофеев А.А. Профессиональная компетентность как показатель качества образования // Высшее образование в России. – 2005. – № 4. – С. 30–33.

6. Двуличанская Н.Н., Пясецкий В.Б. Инженерное образование: практико-ориентированный подход // Управление качеством инженерного образования. Возможности вузов и потребности промышленности: тезисы докладов второй международной научно-методической конф. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – С. 224.