

УДК 372.854

Н. С. СТУПЕНЬ,  
В. В. КОВАЛЕНКО**СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ МОДЕЛИ  
ПРЕДМЕТНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»)***Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,  
Брест, Беларусь*

Предложены структура и содержание предметной химической компетенции студентов специальности «Биология и химия». Выделены следующие содержательные модули предметной химической компетенции: «Химический элемент», «Простое вещество», «Сложное вещество», «Химический эксперимент», «Математические расчеты». Разработан содержательный компонент модели предметной химической компетенции для дисциплины «Аналитическая химия». Показано, что предложенная модель содержания предметной химической компетенции может быть использована применительно к различным химическим дисциплинам, изучаемым студентами специальности «Биология и химия».

The structure and content of the subject chemical competence for students of the speciality "Biology and Chemistry" are proposed. Content modules of subject chemical competence are chosen such as "Chemical element", "Simple substance", "Complex substance", "Chemical experiment", "Mathematical calculations". The model of the content for the subject chemical competence necessary for "Analytical chemistry" discipline is developed. It is shown that the proposed model of the content of chemical competence can be applied to various chemical disciplines studied by biology and chemistry majors.

*Ключевые слова:* компетентностный подход; предметная химическая компетенция; аналитическая химия.

*Keywords:* competence approach; subject chemical competence; analytical chemistry.

Внедрение компетентностного подхода в образовательный процесс способствует повышению качества подготовки будущих специалистов. Такое мнение разделяют многие ученые-методисты. Так, Е. Я. Аршанский отмечает, что «стремление к усилению практико-ориентированной направленности и повышению качества подготовки специалиста предопределило широкое использование компетентностного подхода в образовании» [1, с. 5]. В связи с этим вопросам содержания компетенций, их формирования, поиску средств измерения и оценивания сформированности компетенций обучающихся уделяется значительное внимание.

Мы придерживаемся подхода, в соответствии с которым компетенция определяется как «интегральная характеристика обучающегося, то есть динамичная совокупность знаний, умений, навыков, способностей и личностных качеств, которую студент обязан продемонстрировать после завершения части или всей образовательной программы» [2, с. 12].

По системе трехуровневой иерархии выделяются следующие компетенции:

- ключевые, относящиеся к общему содержанию образования;
- общепредметные, относящиеся к определенному кругу учебных предметов и образовательных областей, например естествознанию;
- предметные, являющиеся частными по отношению к двум предыдущим уровням, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках учебных предметов [3].

Существуют различные подходы к определению структуры компонентов содержания предметных компетенций.

Л. Г. Горбунова выделяет три компонента специальных профессиональных компетенций: когнитивный (знания), деятельностный (умения и навыки) и мотивационный (личностные качества) [4].

Три группы химических компетенций выделяют О. И. Курдуманова и Е. Л. Гринченко: коммуникативные (связаны с письменной и устной коммуникацией, владением химической терминологией); информационно-аналитические (умения получения и переработки информации) и инструментально-исследовательские (владение техникой лабораторных работ, навыками проведения научных исследований) [5].

Перечень профессиональных компетенций будущих учителей химии приводят и авторы из Казахстана [6].

В. Х. Усманова в модели химических компетенций выделяет три компонента: содержательный, процессуальный и контрольно-оценочный [7]. Такой подход видится нам целесообразным, поскольку важнейшими дидактическими вопросами являются: «Чему учить?» (содержательный компонент), «Как учить?» (процессуальный), «Достигнуты ли цели обучения?» (контрольно-оценочный).

Нами разработан содержательный компонент предметной химической компетенции на основе анализа образовательного стандарта [8], учебных программ [9, 10] и содержания учебного материала дисциплин «Общая и неорганическая химия» и «Аналитическая химия» специальности «Биология и химия».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с тем, что химическое образование студентов специальности «Биология и химия» начинается с дисциплины «Общая и неорганическая химия» нами разработана модель содержания предметной химической компетенции на примере именно этой химической дисциплины [11]. Курс общей и неорганической химии является теоретической основой для изучения других химических дисциплин, в частности аналитической химии.

Согласно образовательному стандарту специальности «Биология и химия» [8] дисциплинами государственного компонента являются «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия». Дисциплинами компонента учреждения высшего образования в БрГУ имени А. С. Пушкина являются дисциплины «Физическая и коллоидная химия», «Современные методы получения и исследования веществ», «Решение усложненных задач по химии», «Основы химии полимеров», «Строение вещества».

Предметная химическая компетенция студентов специальности «Биология и химия» как будущих учителей химии применительно к курсу «Общая и неорганическая химия», по нашему мнению, связана с пониманием специфического языка химической науки, умением анализировать закономерности протекания химических процессов, со способностью раскрыть причинно-следственные связи изменения свойств химических элементов и их соединений. В соответствии с содержанием учебного материала [9] нами выделены следующие содержательные модули предметной химической компетенции: «Химический элемент», «Простое вещество», «Сложное вещество», «Химический эксперимент», «Математические расчеты». Приведем элементы содержания каждого модуля.

*Модуль «Химический элемент»:*

- умение различать понятия «атом», «молекула», «химический элемент», «простое вещество»;
- знание строения атомов химических элементов;
- знание распространенности элементов и их важнейших природных соединений;
- знание степеней окисления атомов элементов и рядов соответствующих соединений элементов;
- понимание периодического изменения свойств атомов элементов (число валентных электронов, атомный радиус, металлические свойства, неметаллические свойства, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность) в группах и периодах периодической системы.

*Модуль «Простое вещество»:*

- знание электронного строения простых веществ, типов химической связи;
- умение определять структуру вещества (молекулярную или немолекулярную);
- умение трактовать физические и химические свойства простых веществ;
- знание лабораторных и промышленных способов получения простых веществ, областей их применения;
- умение использовать периодический закон для предсказания свойств простых веществ и закономерностей их изменения.

*Модуль «Сложное вещество»:*

- умение определять тип химической связи и структуру вещества (молекулярную или немолекулярную);

- знание систематической номенклатуры ИЮПАК неорганических веществ (системы Штока, Эвенса – Бассета, а также с использованием числовых приставок);

- понимание взаимосвязи между строением и свойствами веществ;

- понимание кислотно-основного характера соединений элементов, а также периодического изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов элементов в группах и периодах периодической системы;

- понимание окислительно-восстановительных свойств соединений элементов, а также их изменения с изменением степеней окисления атомов элементов;

- понимание общих свойств основных классов неорганических соединений;

- умение использовать периодический закон для предсказания свойств сложных веществ и закономерностей их изменения;

- умение классифицировать химические реакции по различным признакам;

- знание термодинамических и кинетических закономерностей протекания реакций;

- знание способов получения важнейших неорганических соединений, их областей применения, биологической роли.

*Модуль «Химический эксперимент»:*

- грамотное обращение с химической посудой и лабораторным оборудованием;

- умение проводить простейшие операции (фильтрование, собирание газов и т. д.);

- умение проводить простой учебно-исследовательский эксперимент на основе приемов техники работ в учебной химической лаборатории;

- умение оформлять, анализировать и интерпретировать результаты опыта, формулировать выводы;

- владение правилами корректного обращения с физическими величинами, навыками проведения математической обработки результатов и определения ошибки эксперимента.

*Модуль «Математические расчеты»:*

- владение правилами оформления химических задач;

- навыки проведения математических расчетов по уравнениям химических реакций;

- умение проводить расчеты с использованием основных законов химии (закона сохранения массы веществ, закона Авогадро, объединенного газового закона, уравнения Менделеева – Клапейрона);

- владение алгоритмами решения различных типов расчетных задач (химическая стехиометрия, нахождение формул веществ, расчеты состава смеси веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии, расчеты с использованием различных способов выражения состава растворов);

- умение проводить расчеты химических равновесий с использованием соответствующих констант (константы химического равновесия, константы дис-

социации, константы гидролиза, константы нестойкости комплексного иона, произведения растворимости).

Предложенная модель содержания предметной химической компетенции является универсальной и может быть использована применительно к различным химическим дисциплинам, изучаемым студентами специальности «Биология и химия». Содержание каждого модуля конкретной дисциплины дополняется при этом новыми элементами.

Рассмотрим содержание предметной химической компетенции применительно к дисциплине «Аналитическая химия», изучаемой студентами специальности «Биология и химия» на 2-м курсе. При изучении аналитической химии знания студентов из курса общей и неорганической химии дополняются и расширяются на качественно новом уровне.

В результате изучения учебной дисциплины «Аналитическая химия» студент должен **знать**:

- положения теории растворов электролитов и закона действующих масс;
- сущность и характеристику методов выделения, разделения и концентрирования;
- классификацию и теоретические основы качественных химических методов анализа, групповые и индивидуальные свойства ионов и веществ;
- теоретические основы и возможности применения количественных химических методов анализа (гравиметрического, титриметрического);
- специфику анализа различных объектов, включая вещества и продукты природного и синтетического происхождения;
- общие представления о физико-химических методах анализа, их применении для установления качественного и количественного состава анализируемых объектов;

**уметь**:

- выбирать оптимальные методы и методику определения качественного и количественного состава анализируемых объектов;
- проводить теоретический расчет аналитических параметров;
- проводить интерпретацию данных, полученных с помощью изучаемых методов для определения химического состава веществ;

**владеть**:

- основными приемами работы в аналитической лаборатории (операциями осаждения, титрования, взвешивания, экстрагирования, пробоподготовки);
- практическими навыками выполнения разделения и/или анализа объектов;
- навыками работы с аналитическими приборами [10].

Исходя из вышесказанного, в таблице приведены элементы содержания предметной химической компетенции применительно к дисциплине «Аналитическая химия».

**Элементы содержания предметной химической компетенции применительно  
к дисциплине «Аналитическая химия»**

Модуль	Элементы содержания
Химический элемент	Знание электронного строения атомов химических элементов и их ионов, зависимости типа связи атомов элементов в соединениях от электронной структуры атомов; знание классификации катионов и анионов по аналитическим группам с учетом положения элементов в периодической системе химических элементов.
Простое вещество	Знание электронного строения молекул простых веществ, типов химической связи между атомами, влияния химической природы веществ на химические свойства и методы их определения; умение использовать периодический закон для предсказания свойств простых веществ и выбора методов аналитического определения.
Сложное вещество	Знание особенностей электролитической диссоциации сильных и слабых электролитов в зависимости от типа химической связи; знание типов химических реакций и процессов, применяемых в аналитической химии: электролитической диссоциации, гидролиза, окислительно-восстановительных процессов, комплексообразования; знание основных закономерностей аналитических реакций; знание селективных и специфических реакций для обнаружения катионов и анионов; знание основных методов количественного анализа веществ: гравиметрического, титриметрического, кинетического, электрохимического, спектроскопического.
Химический эксперимент	Грамотное обращение с химической посудой и лабораторным оборудованием (пипетка Мора, бюретка, мерные колбы, мерные цилиндры, центрифуга, аналитические весы, спектрофотометр, рН-метр); умение точно взвешивать анализируемую пробу (навеску, весовую форму) на аналитических весах; умение проводить очистку осадка от примесей и приведение его к строго определенному стехиометрическому составу (фильтрование, промывание, высушивание, прокаливание); умение готовить растворы и стандартизировать их; умение проводить качественные реакции на катионы и анионы, осуществлять анализ смеси ионов систематическим и дробным анализом; владение методикой титриметрического анализа; умение использовать приборы при физико-химических исследованиях веществ; умение анализировать и интерпретировать результаты опыта, делать выводы.

*Окончание таблицы*

Модуль	Элементы содержания
Математические расчеты	<p>Умение рассчитывать навеску при приготовлении растворов различной концентрации;</p> <p>умение рассчитывать массовую долю определяемого компонента (иона) в анализируемом веществе;</p> <p>умение проводить математические расчеты по химическим уравнениям, лежащим в основе количественного определения веществ или их компонентов;</p> <p>умение рассчитывать молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента, титр раствора по результатам титрования;</p> <p>умение проводить расчеты с использованием закона эквивалентов, закона разбавления Оствальда, закона действующих масс;</p> <p>умение проводить расчеты с использованием константы химического равновесия, константы и степени диссоциации, константы нестойкости комплексного иона, произведения растворимости, константы и степени гидролиза, рН водных растворов.</p>

Можно с уверенностью констатировать, что изучение аналитической химии представляет собой важный этап профессиональной подготовки будущих учителей химии. В рамках данной дисциплины у студентов формируется целостная система знаний о процессах в водных растворах, умения количественно их характеризовать, навыков экспериментальной работы по химическому анализу.

Для обеспечения эффективной организации учебного процесса по химическим дисциплинам в рамках компетентного подхода следует разработать методическую систему обучения, основанную на использовании активных методов обучения и позволяющую формировать у студентов целостную систему научных химических теорий, которые будут углубляться в процессе всего обучения в учреждении высшего образования. Не вызывает сомнения также необходимость подготовки адаптированного для студентов методического обеспечения (курсы лекций, учебно-методические комплексы, методические пособия, практикумы, сборники задач и упражнений).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В структуре предметной химической компетенции нами выделены следующие содержательные модули: «Химический элемент», «Простое вещество», «Сложное вещество», «Химический эксперимент», «Математические расчеты». Предложено содержание каждого модуля на примере дисциплины «Аналитическая химия». Сопоставление содержания модулей предметной химической компетенции дисциплин «Аналитическая химия» и «Общая и неорганическая химия» позволяет сделать вывод, что разработанная модель содержания предметной химической компетенции может быть использована применительно к различным химическим дисциплинам, изучаемым студентами специальности «Биология и химия».

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Аршанский Е. Я.* Теория и практика организации методической подготовки будущего учителя химии на основе компетентного подхода // Методика преподавания химических и экологических дисциплин : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-метод. конф. Брест : БрГТУ, 2015. С. 5–8.
2. *Богословский В. А., Караваева Е. В., Ковтун Е. Н.* [и др.]. Методические рекомендации по проектированию оценочных средств для реализации многоуровневых образовательных программ ВПО при компетентном подходе. М. : МГУ, 2007.
3. *Хуторской А. В.* Технология проектирования ключевых и предметных компетенций [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Эйдос». 2005. 12 декабря. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>. (дата обращения: 10.02.2016).
4. *Горбунова Л. Г.* Система контроля и оценивания сформированности профессиональных компетенций студентов в курсе аналитической химии // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2012. Вып. 8. С. 268–275.
5. *Курдуманова О. И., Гринченко Е. Л.* Возможности формирования химических компетенций у студентов в условиях медицинского вуза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12. С. 341–346.
6. *Адырбекова Г. М., Пономаренко Е. В., Журхабаева Л. А.* [и др.]. Компетентный подход в подготовке учителей химии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4. С. 801–803.
7. *Усманова В. Х.* Развитие химических компетенций студентов в процессе профессиональной подготовки инженеров пищевых производств // Образование и саморазвитие. 2007. № 3. С. 48–54.
8. ОСВО 1-02 04 01-2013. Образовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-02 04 01 Биология и химия. [Электронный ресурс]. URL: <https://bspu.by/ upravleniya-i-podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie/obrazovatelnye-standarty-vysshego-obrazovaniya> (дата обращения: 09.12.2019).
9. Общая и неорганическая химия. Типовая учебная программа по учебной дисциплине для специальности 1-02 04 01 Биология и химия / сост. С. Ю. Елисеев, Е. Б. Окаев, Е. Н. Мицкевич. Минск, 2014. 25 с.
10. Аналитическая химия. Типовая учебная программа по учебной дисциплине для специальности 1-02 04 01 Биология и химия / сост. Н. В. Суханкина. Минск, 2014. 15 с.
11. *Коваленко В. В., Ступень Н. С.* Модель содержания предметной химической компетенции (на примере курса «Общая и неорганическая химия» в учреждениях высшего образования) // Педагогическая наука и образование. 2019. № 1 (26). С. 58–61.

Поступила в редакцию 13.12.2019