

УДК 372.854

**В. В. КОВАЛЕНКО,
Н. С. СТУПЕНЬ**

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ»)

*Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,
Брест, Беларусь, kvv0407@rambler.ru*

Предложена структура предметной химической компетенции студентов специальности «Биология и химия» как будущих учителей химии. Выделены содержательный, процессуальный и контрольно-оценочный компоненты. Дана характеристика модулям каждого компонента. На примере дисциплины «Основы химии полимеров» разработан содержательный компонент предметной химической компетенции, включающий модули «Химический элемент», «Простое вещество», «Сложное вещество», «Химический эксперимент», «Математические расчеты»; процессуальный компонент, охватывающий модули «Формы обучения», «Методы обучения», «Средства обучения»; контрольно-оценочный компонент, содержащий модули «Педагогический контроль» и «Самооценка».

The structure of the subject chemical competence of students of the specialty “Biology and Chemistry” as future chemistry teachers is proposed. The content, procedural and control-and-assessment components are distinguished. The content modules of each component are characterised. On the example of the discipline “Fundamentals of Polymer Chemistry”, the content component of the subject chemical competence have been developed which includes such modules as “Chemical element”, “Simple substance”, “Complex substance”, “Chemical experiment”, “Mathematical calculations”. The procedural component developed contains modules “Forms of learning”, “Teaching methods”, “Teaching tools”; and the control-and-assessment component includes modules “Pedagogical control” and “Self-assessment”.

Ключевые слова: компетентностный подход; предметная химическая компетенция; основы химии полимеров.

Keywords: competence approach; subject chemical competence; fundamentals of polymer chemistry.

В связи с внедрением в систему образования компетентностного подхода значительное внимание уделяется вопросам содержания компетенций, их формирования, поиска средств измерения и оценивания сформированности компетенций обучающихся. Так, в учебные планы специальностей высшего

образования нового поколения внесены не только изучаемые учебные дисциплины, но и формируемые в них компетенции будущих специалистов.

Мы придерживаемся подхода, в соответствии с которым в модели предметных химических компетенций выделяют три компонента: содержательный, процессуальный и контрольно-оценочный [1]. Содержательный компонент предметной химической компетенции связан с содержанием конкретной учебной дисциплины, процессуальный – с практическим воплощением целей обучения, контрольно-оценочный позволяет установить, реализованы ли цели процесса обучения. Ранее нами было показано, что структура содержательно-го компонента является универсальной и может быть использована применительно к различным химическим дисциплинам [2–4].

Следует отметить, что химия полимеров имеет огромное практическое значение, поскольку полимерные материалы обладают ценными качествами и являются, как отмечается в литературе, незаменимыми и сегодня, и в будущем [5]. В Республике Беларусь ведутся научные разработки в области химии полимеров, причем некоторые из них не имеют мировых аналогов. Так, на Борисовском заводе медицинских препаратов в сотрудничестве с НИИ физико-химических проблем БГУ были получены новые лекарственные средства на основе модифицированной целлюлозы [6], на химическом факультете БГУ разработаны новые таблетированные лекарственные формы антибиотиков, позволяющие заменить их инъекционные формы [7].

В данной работе на основе анализа Образовательного стандарта [8] и учебной программы [9] нами предложены структура и содержание предметной химической компетенции студентов специальности «Биология и химия» как будущих учителей химии на примере дисциплины «Основы химии полимеров». В соответствии с учебным планом специальности «Биология и химия» эта учебная дисциплина входит в компонент учреждения высшего образования – цикл специальных дисциплин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Структура предметной химической компетенции показана в табл. 1. В структуре содержательного компонента предметной химической компетенции нами выделены следующие модули: «Химический элемент», «Простое вещество», «Сложное вещество», «Химический эксперимент», «Математические расчеты» [2]. Ниже приведены элементы содержания каждого модуля.

Модуль «Химический элемент»:

- объяснение возможности образования полимерных структур на основе знаний об электронном строении атомов элементов и типа химической связи;
- понимание периодичности в образовании атомами химических элементов полимерных структур;
- знание природных соединений элементов, имеющих полимерную структуру.

Таблица 1

Структура предметной химической компетенции

Предметная химическая компетенция		
Содержательный компонент	Процессуальный компонент	Контрольно-оценочный компонент
Химический элемент Простое вещество Сложное вещество Химический эксперимент Математические расчеты	Формы обучения Методы обучения Средства обучения	Педагогический контроль Самооценка

Модуль «Простое вещество»:

- знание электронного строения простых веществ, типов химической связи в полимерных простых веществах (на примере аморфных и кристаллических модификаций бора, углерода, кремния, фосфора, мышьяка, пластической серы, селена, теллура, серого олова);
- умение трактовать физические и химические свойства простых веществ-полимеров в зависимости от их структуры;
- знание лабораторных и промышленных способов получения простых веществ-полимеров, областей их применения;
- умение использовать периодический закон для предсказания свойств простых веществ-полимеров и закономерностей их изменения.

Модуль «Сложное вещество»:

- умение определять тип химической связи и структуру вещества (молекулярную или немолекулярную) на примере полимерных гидридов, оксидов, гидроксидов металлов и неметаллов;
- умение использовать периодический закон для предсказания свойств сложных веществ-полимеров и закономерностей их изменения;
- умение классифицировать химические реакции (свойства полимеров) по различным признакам: реакции деструкции, сшивания, функциональных групп, внутримолекулярных перегруппировок;
- знание методов синтеза полимеров;
- знание термодинамических и кинетических закономерностей протекания реакций полимеризации и сополимеризации, поликонденсации и сополиконденсации;
- умение записывать уравнения химических реакций получения полимеров (полимеризация, сополимеризация, поликонденсация, сополиконденсация);
- знание условий промышленного синтеза различных полимеров, областей их применения.

Модуль «Химический эксперимент»:

- умение обращаться с лабораторным оборудованием для изучения физико-химических свойств полимеров (прибор для определения температуры

плавления полимера в капилляре, дилатометр для определения температуры стеклования, вискозиметр);

- умение проводить реакции синтеза простейших полимеров (ромбической серы, поликремниевых кислот, кремния, оксида хрома(III), полифосфорных кислот, полистирола, капроновой смолы, фенолформальдегидной смолы);
- умение определять физические и химические свойства полимеров (растворимость, плотность, вязкость, температура плавления, температура стеклования, наличие примесей, адсорбционные свойства, качественные реакции);
- умение анализировать и интерпретировать результаты опыта, делать выводы.

Модуль «Математические расчеты»:

- умение проводить расчеты по химическим уравнениям синтеза полимеров;
- умение определять выход полимеров, степень полимеризации, число и химическое количество мономеров, вступивших в реакции синтеза полимеров.

Процессуальный компонент предметной химической компетенции включает организационные условия, формы организации занятий, методы, средства [10]. По нашему мнению, в процессуальном компоненте целесообразно выделить следующих модулей: «Формы обучения», «Методы обучения», «Средства обучения» (табл. 2).

Под формами обучения применительно к содержанию предметной химической компетенции мы понимаем формы организации образовательного процесса со студентами (лекции, практические занятия, семинары, лабораторные занятия, самостоятельная работа, консультации, студенческие конференции различного ранга).

В педагогической науке существуют различные подходы к классификации методов обучения. Применительно к содержанию предметной химической компетенции мы придерживаемся классификации И. Я. Лернера и М. Н. Скаткина, в соответствии с которой выделяют методы обучения, исходя из характера учебно-познавательной деятельности обучающихся по овладению изучаемым материалом [11].

Таблица 2

Содержание процессуального компонента предметной химической компетенции

Процессуальный компонент		
Форма обучения	Метод обучения	Средство обучения
Лекции	Объяснительно-иллюстративный	Лабораторное оборудование
Практические занятия	Репродуктивный	Химическая посуда
Семинары	Метод проблемного изложения	Реактивы
Лабораторные занятия	Частично-поисковый	Технические средства
Самостоятельная работа	(эвристический)	
Консультации	Исследовательский	
Студенческие конференции		

Объяснительно-иллюстративный метод находит самое широкое применение. Он используется на каждой лекции с целью передачи большого объема учебной информации.

Репродуктивный метод активно используется на лабораторных занятиях. Деятельность студентов в этом случае алгоритмизирована соответствующими методическими рекомендациями. Например, при получении полистирола студенты должны следовать указаниям по выполнению данного опыта, которые приведены в работе [9]: для получения полистирола наливают в колбу 2 см³ стирола, добавляют 50 см³ раствора пероксида бензоила и нагревают на кипящей водяной бане 30 мин. Наблюдают образование вязкой жидкости. Для кристаллизации полистирола содержимое пробирки охлаждают водой.

На лекциях и практических занятиях может использоваться метод проблемного изложения. Он предполагает создание проблемной ситуации путем постановки проблемного вопроса, для ответа на который у учащихся не хватает информации, так как учебный материал еще только предстоит изучить. Преподаватель характеризует различные стороны изучаемого вопроса, и к концу занятия становится ясным решение проблемы.

Так, при изучении темы «Основные понятия химии полимеров» изучают фундаментальные понятия: «мономер», «полимер», «степень полимеризации», «структурное звено», «средняя молекулярная масса». На примере органических полимеров студентам эти понятия известны. При ответе на вопрос преподавателя: «Какие неорганические вещества являются полимерами?» – студенты называют пластическую серу, графит, красный фосфор. Далее формулируется проблемный вопрос: «Является ли полимером алмаз?» Если алмаз является полимером, то что является его структурным звеном, как определить его степень полимеризации и среднюю молекулярную массу? В ходе дискуссии о структуре неорганических веществ, особенностях и свойствах ковалентной связи делается вывод о том, что понятия «степень полимеризации», «структурное звено», «средняя молекулярная масса» теряют смысл для данного типа полимеров.

При использовании частично-поискового и исследовательского методов студентам не дают новых знаний в готовом виде. Их предстоит получить самостоятельно. Данные методы могут быть использованы при выполнении студентами творческих заданий, а также проведении исследовательского эксперимента, в результате анализа результатов которого у них появляются глубокие новые знания.

В частности, на практических занятиях по химии полимеров студенты представляют рефераты о важнейших направлениях научных исследований химии полимеров, областях применения новейших полимерных материалов. Часто такие работы посвящены разработкам отечественных ученых, например, «Производство полимеров в Республике Беларусь», «Новые лекарственные средства на основе модифицированной целлюлозы», «Биоразлагаемые полимеры на основе крахмала». Таким образом, студенты приобретают опыт работы с научной информацией и получают знания, которые часто еще не успели войти в учебники и учебно-методические комплексы.

Средства обучения включают в себя лабораторное оборудование, химическую посуду, реактивы, а также технические средства.

Контрольно-оценочный компонент, согласно В. Х. Усмановой, включает педагогическую оценку и самооценку [10]. Нами соответствующие содержательные модули контрольно-оценочного компонента названы «Педагогический контроль» и «Самооценка» (табл. 3).

Таблица 3

Содержание контрольно-оценочного компонента предметной химической компетенции

Контрольно-оценочный компонент	
Педагогический контроль	Самооценка
Текущее наблюдение	Подготовка отчетов по лабораторным работам Подготовка ответов на вопросы для самоконтроля Решение задач
Устный опрос	
Коллоквиум	
Контрольная работа	
Оценка рефератов, мультимедийных презентаций	
Тестирование	

Значение педагогического контроля не вызывает сомнений. Как отмечается в литературе, создание системы контроля и оценивания образовательных результатов является ключевым требованием реализации компетентностного подхода [12]. Педагогический контроль представляет собой сопоставление результатов учебной деятельности с целями процесса обучения. Выделяют диагностическую, обучающую и воспитательную функции педагогического контроля [13].

Планомерный контроль со стороны преподавателя позволяет не только определить уровень усвоения студентом учебного материала, но и своевременно выявить пробелы в знаниях с целью их устранения. Известно, что «качество усвоения знаний определяется многообразием и характером видов деятельности, в которых знания могут функционировать» [14]. В разработанном и апробированном нами учебно-методическом комплексе «Основы химии полимеров» [9] к каждому лабораторному и практическому занятию предложены контрольные вопросы, задачи и упражнения, разработан тестовый контроль знаний. Так, к занятию по теме «Основные понятия химии полимеров. Синтез полимеров» студентам, в частности, предлагаются расчеты средней молекулярной массы полимера по его степени полимеризации, степени полимеризации по известной средней молекулярной массе.

В диалектической связи с педагогическим контролем находится самооценка. Она осуществляется в процессе подготовки студентов к практическим и лабораторным занятиям путем написания отчетов по лабораторным работам, составления ответов на вопросы для самоконтроля, решения задач, выполнения тестового самоконтроля. На каждом лабораторном занятии осу-

ществляются собеседование с преподавателем и защита лабораторной работы. Важность самооценки заключается в том, что она позволяет студенту диагностировать уровень подготовки, осмыслить результаты и выработать траекторию дальнейшей учебной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисциплина «Основы химии полимеров», изучаемая студентами специальности «Биология и химия» направлена на изучение структуры и свойств сложноорганизованных органических и неорганических веществ. В рамках данной дисциплины предметная химическая компетенция связана с формированием системы знаний о физических и химических свойствах полимеров, умением определять возможность образования полимерных структур атомами химических элементов на основе их строения, навыками проведения химического эксперимента по синтезу и анализу различных полимеров.

На примере дисциплины «Основы химии полимеров» предложена структура и разработан содержательный компонент предметной химической компетенции будущих учителей химии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Усманова В. Х.* Развитие химических компетенций студентов в процессе профессиональной подготовки инженеров пищевых производств // Образование и саморазвитие. 2007. № 1 (3). С. 48–54.
2. *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.
3. *Ступень Н. С., Коваленко В. В.* Содержательный компонент модели предметной химической компетенции (на примере дисциплины «Аналитическая химия») // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2020. Вып. 16. С. 178–185.
4. *Коваленко В. В., Ступень Н. С.* Содержательный компонент предметной химической компетенции (на примере дисциплины «Физическая и коллоидная химия») // Менделеевские чтения-2021 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию. Брест : БрГУ, 2021. С. 165–167.
5. *Шишенок М. В.* Современные полимерные материалы. Минск : Выш. шк., 2017.
6. *Логина Н. В., Полозов Г. И.* Введение в фармацевтическую химию. Минск : БГУ, 2003.
7. На химическом факультете БГУ разработаны новые таблетированные лекарственные формы антибиотиков, позволяющие заменить их инъекционные формы. URL: <https://bsu.by/news/639373-d/> (дата обращения: 10.05.2023).
8. ОСВО 1-02 04 01-2013. Образовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-02 04 01 Биология и химия. URL: <https://bspu.by/upravleniya-i-podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie/obrazovatelnye-standarty-vysshego-obrazovaniya> (дата обращения: 10.05.2023).
9. *Ступень Н. С.* Основы химии полимеров : учеб.-метод. комплекс. Брест : БрГУ, 2020.

-
10. *Усманова В. Х.* Развитие химических компетенций студентов в процессе профессиональной подготовки инженеров пищевых производств : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2007.
 11. *Харламов И. Ф.* Педагогика. М. : Гардарики, 1999.
 12. *Кальченко А. Г.* Влияние самооценки на эффективность учебного процесса // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 5 (2). С. 345–348.
 13. *Андреев В. И.* Основы педагогики высшей школы. Минск : РИВШ, 2005.
 14. *Талызина Н. Ф.* Педагогическая психология. М. : Академия, 2011.

Поступила в редакцию 22.05.2023