

2. Применение визуализации ограничивает нехватка времени учителей. Поскольку многие учителя недостаточно знакомы с компьютерными технологиями, им приходится многому учиться самостоятельно, поэтому затрачивается много личного времени, которого не хватает.

3. Использование компьютерной визуализации на уроках химии ограничивает критическая и негативная установка. Некоторые педагоги убеждены, что компьютерная визуализация не приносит пользы и не может заменить реальных химических опытов и экспериментов, поэтому ее не стоит использовать.

4. Учителя не имеют прочных позиций на модернизированном уроке. Немало учеников освоили компьютерные технологии лучше учителей. Педагогам не хватает компетенции в освоении компьютерных технологий, недостаточно распространяется положительный педагогический опыт. Учителя утверждают, что не хватает литературы, конференций и деятельности организаций по просвещению в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Qian X., Tinker R. // Journal of Chemical Education. 2006. Vol. 83, № 1. P. 77—81.
2. Burewicz A., Miranowicz N. // International Journal of Quantum Chemistry. 2002. Vol. 88. P. 549—563.
3. Bogner D., Wentworth B. L., Ristvey J. et al. // Science Teacher. 2006. Vol. 73, № 3. P. 38—43.
4. Cook M. P. // (www.interscience.wiley.com). 20.06.2006. Joseph Krajcik and Maria Varelas, Section Coeditors.
5. Hodes C. L. // Journal of Instructional Psychology. 1994. Vol. 21, № 1. P. 22—28.
6. Oller A. R. // American Biology Teacher. 2006. Vol. 68, № 3. P. 159—161.
7. Wu H.-K., Shah P. // Science Education. 2004. Vol. 88. P. 465—492.
8. Arnheim R. Visual Thinking. Berkeley, 1998. 208 p.

Поступила в редакцию 04. 05.2010.

УДК 372.854

В. П. БЫСТРЯКОВ, Е. Я. АРШАНСКИЙ

ПРИНЦИПЫ ОТБОРА СОДЕРЖАНИЯ КУРСА БИОНЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОЭКОЛОГИЯ»

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,
Витебск, Беларусь*

Курс бионеорганической химии (БНХ) является частью учебной дисциплины «Экологические основы бионеорганической и биоорганической химии» (ЭО БНХ и БОХ), которая преподается в ВГУ имени П. М. Машерова с 2006 г. в качестве дисциплины специализации для студентов специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» специализации 1-33 01 01 01 «Общая экология». Первоначально разра-

ботанная учебная программа этой дисциплины совершенствовалась в течение последующих лет. В последнем рабочем варианте учебной программы на изучение курсов БНХ и БОХ отводится равное количество лекционных часов — по 18. Лабораторный практикум по разделу БНХ составляет 16 ч.

Как известно, проблема содержания образования является одной из центральных в педагогике и методиках предметного обучения. Первоначальным при постановке задачи отбора содержания конкретной учебной дисциплины является определение цели ее изучения с учетом специальности и специализации студентов, их курса, взаимосвязи с другими дисциплинами. Студенты изучают ЭО БНХ и БОХ на III курсе после базовых химических дисциплин, а также некоторых общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как «Анатомия человека», «Микробиология», «Зоология», «Генетика» и других. Одновременно с ЭО БНХ и БОХ студенты проходят «Биохимию» с основами молекулярной биологии, «Основы ксенобиологии».

Цель преподавания БНХ в подготовленной нами учебной программе формулируется следующим образом: формирование целостной системы знаний о путях поступления и накопления биогенных и токсичных элементов в растительных и животных организмах, а также в организме человека; о свойствах биогенных элементов и их взаимодействии на молекулярном уровне с биополимерами; использование этих знаний в качестве основы при изучении процессов, происходящих на различных уровнях организации живых объектов с учетом экологических аспектов их существования. В соответствии с поставленной целью конструирование содержания курса БНХ и отбор учебного материала мы осуществляли на основе дидактических и методологических принципов: прежде всего принципов системности, интегративности, преемственности и профессионализации. Рассмотрим их более подробно.

О. С. Зайцев [1] обосновал значение и пути применения принципа системности при отборе предметного содержания и построения химической учебной дисциплины на примере курса общей химии. Один из путей реализации системного подхода состоит в том, что учебный курс строится на основе переноса системы изучаемой науки на систему учебной дисциплины. Такие подходы на основе выделения инвариантного ядра науки на данный момент наиболее признаны в практике построения содержания химических учебных дисциплин. БНХ возникла во второй половине XX в. на стыке неорганической химии, биохимии, молекулярной биологии, биологии, медицины [2, 3]. В 1990-х гг. возрос интерес к изучению биологической роли микроэлементов неметаллов, а также возросло число исследований в области БНХ, связанных с экологией [2, 4, 5]. Можно выделить следующие основные учения, составляющие в настоящее время бионеорганическую химию как науку: 1) о нахождении элементов в биосфере; 2) об их биохимической роли; 3) о металлокомплексах биополимеров и низкомолекулярных природных веществ и роли ионов металлов в выполнении биологических функций ферментов и других биологически важных металлокомплексов; 4) о роли элементов металлов и неметаллов в возникновении и развитии патологических процессов в живом организме (токсикологические и экологические аспекты химии элементов); 5) о синтезе и фармакологических свойствах новых металлосодержащих лекарственных препаратов. Назвав блоки содержания учебного курса БНХ так же, как и учения науки БНХ, можно построить курс, соответствующий системе науки. При этом из традиционного содержания БНХ как науки удаляется несвязывающий материал

и вводится связывающий. Учитывая специальность студентов, мы ограничились созданием четырех блоков, соответствующих учениям 1—4.

В связи с тем что БНХ базируется во многом на неорганической химии, при отборе содержания и построении учебного курса мы использовали также принцип, традиционный для учебников по неорганической химии, — построение курса на основе Периодического закона и Периодической системы элементов.

В. В. Свиридов подчеркивал, что на стадии конкретного отбора материала вначале необходимо оценить степень значимости понятий, правил, закономерностей, имеющих отношение к данной учебной дисциплине, используя в качестве критерия количество связей между ними и информацией по другим вопросам как данной дисциплины, так и других дисциплин. Учитываться должна также частота использования этих понятий и т. п. в профессиональной деятельности [6]. В качестве основного системообразующего понятия для курса БНХ использовали понятие «биогенные элементы» [7].

В настоящее время общепринято, что экологическое обучение необходимо осуществлять непрерывно на основе принципов преемственности и системности. По горизонтали это воплощается в межпредметных связях. По вертикали — в связях от блока к блоку, от темы к теме во всех видах педагогической деятельности. Работу по диагонали, осуществление межцикловых и внутрицикловых связей материала разных тем, разделов и предметов проводили на основе принципа интегративности. При отборе междисциплинарного химико-экологического материала мы использовали принципы преемственности и межпредметных связей. Согласно принципу преемственности мы устанавливали содержательно-процессуальные взаимосвязи курса ЭО БНХ с предшествовавшими базовыми химическими и биологическими дисциплинами и последующими биохимическими и экологическими дисциплинами. При этом учитывали и принцип системности — в сознании учащихся должна формироваться система химико-экологических знаний (понятий, закономерностей, теорий). В наиболее близких по содержанию к ЭО БНХ учебных дисциплинах отслеживали химический и экологический материал, непосредственно связанный с учением и блоками содержания ЭО БНХ. Как правило, фактический материал других дисциплин старались не дублировать. В табл. 1, 2 приведены результаты анализа межпредметных связей БНХ с базовыми химическими дисциплинами и биохимией.

Такой подход в обучении позволяет формировать в сознании студентов систему новых химико-экологических знаний (понятий, закономерностей, теорий), умений, ценностей. Что касается последнего, формирования нравственно-экологических ценностей в курсе ЭО БНХ, в этом можно отметить реализацию дидактического принципа гуманизации образования.

Принцип профессионализации мы использовали в построении содержания и процесса обучения с учетом формирования профессионально значимых компетенций: знаний, умений, способов и опыта деятельности.

Основой разработанного курса БНХ является понятие биогенности (жизненной необходимости) элементов. В первой части (о нахождении элементов в биосфере) дается характеристика различных биологических классификаций химических элементов. Рассматриваются распространенность элементов в природе, пути поступления элементов в организм человека, связь как жизненно важных, так и токсических свойств элементов с положением в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева.

Таблица 1

Межпредметные связи БНХ и базовых химических дисциплин

Содержание взаимосвязанных понятий в курсе	
Неорганическая химия	БНХ
Общие теории и законы	
<p><i>Периодический закон и периодическая система элементов во взаимосвязи со строением атомов.</i> Общие закономерности и «аномалии» в изменении свойств элементов и их соединений. Изменение химической активности металлов и неметаллов. Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов.</p> <p><i>Энергетика химических процессов.</i> Возможность и направление самопроизвольного протекания процессов. Определение направления химических реакций по изменению энергии Гиббса.</p> <p><i>Химическая кинетика и равновесие.</i> Зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ (закон действующих масс). Обратимость химической реакции. Принцип Ле Шателье</p>	<p>Изучение биогенных элементов и их экологически важных соединений на основе положения элементов в периодической системе и строения их атомов. Биогенные и токсичные элементы — неметаллы и металлы. Взаимозаменяемость. Синергизм, антагонизм.</p> <p>Условия реакций в живом организме. Энергетика биохимических реакций с участием ионов металлов. Направленность реакций в биосфере.</p> <p>Скорости биохимических реакций. Примеры смещения химического равновесия в биологических и экологических системах</p>
Единый объект изучения	
<p><i>Химическая связь.</i> Природа и условия образования химической связи. Количественные характеристики. Свободные радикалы.</p> <p><i>Растворы. Реакции в растворах электролитов.</i> Гидраты. Протолитическая теория Бренстеда — Лоури. Водородный показатель. Осмос, осмотическое давление, обратный осмос. Вода. Гидролиз солей. Влияние различных факторов на степень гидролиза. Буферные растворы. Зависимость растворимости от температуры, природы и свойств растворителя и растворенного вещества. Произведение растворимости. Условия выпадения и растворения осадков.</p> <p><i>Окислительно-восстановительные реакции.</i> Электродные потенциалы. Зависимость величины редокс-потенциала от концентрации ионов, температуры, pH среды, комплексообразования. Примеры окислительно-восстановительных реакций в живых организмах и биосфере.</p> <p><i>Комплексные соединения.</i> Комплексообразователь. Лиганды, дентатность. Координационное число. Внутренняя и внешняя сферы комплекса. Механизм образования координационной связи (КС). Примеры КС в живой природе.</p>	<p>Природа связи в бионеорганических соединениях. Зависимость биологических свойств и токсичности соединений элементов от характера и прочности химической связи. Свободные радикалы в биохимии и экологии.</p> <p>Гидраты и аквакомплексы ионов металлов в биологических системах. Функции ионов в растениях и живых организмах (буферные системы, кислотно-основное равновесие). Кислотно-основные свойства по Льюису; pH в биосфере и организме. Концепция ЖМКО и ее приложения к биохимии и экологии. Связь биологического и экологического значения солей и других химических соединений с их растворимостью. Биологическая и экологическая роль гидролиза солей. Выпадение и растворение осадков на примерах процессов, происходящих в природе.</p> <p>Роль окислительно-восстановительных реакций в живых организмах. Окислительно-восстановительные свойства ионов элементов, связь с биологическим действием и токсичностью.</p>

Окончание табл. 1

Содержание взаимосвязанных понятий в курсе	
Неорганическая химия	БНХ
<i>Неорганические соединения.</i> Распространенность в неживой природе, физические и химические свойства	Комплексообразование <i>s</i> - и <i>d</i> -элементов в биологических системах. Биоккомплексы ионов металлов с биополимерами и низкомолекулярными природными веществами организма. Стереохимия, природа связей. Биологически и экологически важные неорганические соединения. Токсичность
Единый объект изучения	
Аминокислоты, пептиды, гетероциклы — строение, химические свойства	Аминокислоты, пептиды, гетероциклические соединения как биолиганды
Общие теории и законы	
<i>Основы химической термодинамики.</i> Законы термодинамики. Термодинамика химического равновесия. Предсказание возможности и направленности химических процессов. <i>Химическая кинетика и катализ.</i> Фотохимические и цепные реакции. Фотосинтез растений. Особенности кинетики цепных реакций. Свободные радикалы. Разветвленные и неразветвленные цепи реакций. Ингибиторы цепных реакций. Кинетика ферментативных реакций	Энергетика биохимических реакций с участием ионов металлов. Направленность реакций в биосфере. Скорости биохимических реакций. Примеры смещения химического равновесия в биологических и экологических системах. Свободные радикалы в живых организмах и экологии. Ионы металлов — активаторы и ингибиторы ферментативных реакций.

Таблица 2

**Межпредметные связи БНХ и дисциплины
«Биохимия с основами молекулярной биологии»**

Содержание взаимосвязанных понятий в курсе	
Биохимия с основами молекулярной биологии	БНХ
Единый объект изучения	
<i>Ферменты.</i> Учение о ферментах — биокатализаторах (строение, механизм действия, активаторы, ингибиторы). <i>Свободнорадикальное окисление в клетках.</i> Радикальные формы кислорода. Биохимическое обезвреживание пероксида водорода. Связь ионизирующего излучения с пероксидным окислением липидов. <i>Аммиак.</i> Конечный продукт метаболизма — образование, обезвреживание. <i>Витамин В₁₂.</i> Фолатная ловушка, анемии.	Ионы металлов в активных центрах ферментов, ионы металлов — активаторы и ингибиторы. Биологическая и экологическая роль кислорода. Связь биологической роли молекулярного кислорода и радикальных форм с электронным строением. Пероксид водорода в жизнедеятельности организма. Биологическая фиксация азота. Нитрогеназа — строение. Строение и биохимическая роль кобальтинов.

Окончание табл. 2

Содержание взаимосвязанных понятий в курсе	
Биохимия с основами молекулярной биологии	БНХ
<i>Характеристика минеральных веществ. Регуляция водно-минерального обмена. Состав пищи человека. Минеральные вещества. Основные компоненты. Характеристика. Регуляция водно-минерального обмена. Минеральные вещества тканей. Содержание и функции воды. Функции неорганических ионов. Микро- и макроэлементы. Региональные патологии</i>	Поступление биогенных и токсичных элементов с пищей. Существование ионов металлов в биологических системах в виде гидратов и аквакомплексов. Функции ионов металлов и неметаллов в растениях и живых организмах. Макроэлементы, биогенные микроэлементы в биосфере, растениях и живых организмах. Токсичность. <i>Примеры региональных патологий</i>

Вторая и третья части курса — о биохимической роли элементов и о роли элементов металлов и неметаллов в возникновении и развитии патологических процессов в живом организме (токсикологические и экологические аспекты химии элементов). На наш взгляд, главной особенностью разработанного курса БНХ является включение в него раздела «Биогенные *p*-элементы и их экологически важные соединения». Свойства, которые элементы проявляют в биосфере, часто отличаются от проявляемых ими в геосфере и в промышленности, т. е. от свойств, которые в основном изучаются в курсе неорганической химии. Поэтому мы сочли необходимым дополнить традиционный раздел химии неметаллов неорганической химии, которая изучалась студентами на I курсе, знаниями химии экологически важных неметаллов, прежде всего биогенных, а также соединений, отличающихся токсичностью.

Раздел «Биогенные *p*-элементы и их экологически важные соединения» включает, во-первых, общую характеристику химических свойств, биохимического и экологического значения *p*-элементов. Изучение *p*-элементов по подгруппам строится по общему плану: 1) общая характеристика химических свойств и содержания в биосфере; 2) биологическая роль в живых организмах биогенных элементов; 3) свойства важнейших низкомолекулярных соединений *p*-элементов — как биохимически важных, так и токсичных, их взаимодействие с биомолекулами и влияние на биохимические и физиологические процессы в растительных и животных организмах.

Четвертая, самая большая по объему, часть курса БНХ — о металлокомплексах биополимеров и низкомолекулярных природных веществ и роли ионов металлов в выполнении биологических функций ферментов и других биологически важных металлокомплексов. Теоретические основы окислительно-восстановительных свойств и координационной химии металлов изучаются в курсе неорганической химии. В курсе БНХ эти теоретические основы дополнены концепцией ЖМКО. Применение положений этой концепции является весьма продуктивным для объяснения как экологических, так и биологических вопросов и широко используется в обсуждаемом курсе. В качестве приложений концепции ЖМКО рассматриваются: взаимная селективность ионов металлов и лигандов в биологических системах; комплексы аминокислот, пептидов и белков с катионами *d*-элементов; природа минералов, симбиоз лигандов, токсичность и биологическая инертность. Рассмотрение БНХ биогенных металлов включает:

распространение в биосфере, растениях и живых организмах; биологические функции, токсичность; экологические проблемы; строение важнейших металлоферментов.

Изложенные результаты формирования курса БНХ нашли применение в изданном в 2008 г. коллективом авторов нашей кафедры учебно-методическом комплексе по дисциплине «ЭО БНХ и БОХ» [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев О. С. Методика обучения химии. М. : Владос, 1999. 384 с.
2. Зигель Г. // Росс. хим. журн. 2004. Т. 48, № 4. С. 4—5.
3. Химическая энциклопедия: в 5 т. / редкол. : И. Л. Кнунянц и др. М. : Сов. энцикл. Т. 1. 1988. 623 с.
4. Добрынина Н. А. Бионеорганическая химия. М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. 36 с.
5. Чистяков Ю. И. Основы бионеорганической химии. М. : Химия, 2007. 539 с.
6. Свиридов В. В. // Хімія: проблеми викладання. 1996. № 3. С. 65—71.
7. Быстряков В. П. // Хімія: проблеми викладання. 2010. № 4. С. 15—18.
8. Экологические основы бионеорганической и биоорганической химии : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-33 01 01 Биоэкология специализации 1-33 01 01 01 Общая экология / Быстряков В. П. и др. Витебск : УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2008. 312 с.

Поступила в редакцию 14.12.2010.

УДК 372.8

И. С. ИВАНОВА

ТЕХНОЛОГИИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

*Российский государственный педагогический университет,
Санкт-Петербург, Россия*

Эффективная организация образовательного процесса в современной школе невозможна без учета индивидуальных особенностей учащихся. В условиях большого разнообразия контингента учащихся (по уровням обученности и обучаемости, особенностям восприятия, памяти, мышления и др.) именно ориентированное, учитывающее, приспособляющееся к личности адаптивное обучение и должно стать руслом применения всех образовательных технологий в современном процессе обучения химии в школе (А. С. Границкая, Н. П. Капустин и др.) [1, 2].

В теории и методике обучения химии раскрыты: методика реализации адаптационных возможностей учащихся на основе пропедевтических курсов (Т. С. Горбунова, А. И. Дементьев, И. В. Тригубчак, Г. М. Чернобельская) [3, 4], методическая программа организации адаптационно-развивающего общения