

УДК 37.016:54(072)

*В. Г. Свириденко, Н. И. Дроздова, А. В. Хаданович***СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
СТУДЕНТАМИ-БИОЛОГАМИ**

*В статье рассмотрены основные аспекты системного подхода к изучению темы «Комплексные соединения» студентами-биологами. Показана необходимость реализации вариантного и дифференцированного подхода к процессу обучения на примере изучения комплексных соединений в ряде химических дисциплин. Обоснована важность многопланового рассмотрения комплексных соединений в функционировании живых организмов, их использование в различных областях химии, химических технологиях, экологических исследованиях. Доказана возможность достижения главных образовательных целей, формирования профессиональных компетенций студентов, стимуляции их творческого подхода к обучению.*

**Введение**

Важная роль комплексных соединений в биологических системах, широкое использование в технологических процессах требуют их всестороннего изучения. Это во многом обусловлено тем, что резкую границу между неорганической химией и биохимией в образующихся в природе соединениях провести невозможно. Комплексные соединения находят применение в весьма разнообразных областях химии. На основе изучения закономерностей поведения комплексных соединений стало возможным установление роли ионов металлов в регулировании роста растений и животных. Вещества, способные к комплексообразованию, используются при проведении качественных реакций и для устранения эффектов нежелательного катализа ионов металлов в животных системах, а также для предотвращения их осаждения при попадании в организм.

**Целью настоящей работы** является обоснование и определение педагогических условий формирования целостных представлений о природе и свойствах комплексных соединений в процессе подготовки специалистов-биологов.

Для достижения поставленной цели используются следующие методы: теоретический анализ современных научно-методических достижений в методике преподавания химии, постановка химического эксперимента с учетом личностно-индивидуального подхода к обучаемым.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Цель обучения всегда подразумевает сдвиги в интеллектуальном состоянии студентов, в их ценностных ориентациях [1], [2]. Специфика педагогической технологии состоит в том, что учебный процесс с ее использованием должен гарантировать достижение поставленных целей всеми обучаемыми. В соответствии с этим в технологическом подходе к изучению химии комплексных соединений придается первостепенное значение формулировке целей по каждому изучаемому вопросу с ориентацией на достижение определенных результатов.

Учитывая значимость комплексных соединений для биологической науки, их изучение предусматривается в ряде обязательных химических дисциплин и спецкурсов. При этом огромное внимание придается разработке учебных программ и подготовке учебных материалов (справочников, методических пособий и указаний), организации всего хода лабораторных занятий (обеспеченность схемами, химическими реактивами и посудой, лабораторными приборами).

Нами разработана и внедрена в практику концепция непрерывности обучения, включающая формирование знаний о комплексных соединениях на протяжении всего периода изучения химических дисциплин. Все учебные программы составлены преподавателями кафедры с учетом спирально-концентрического подхода к обучению и взаимного дополнения,

позволяющего формировать целостное представление о природе комплексных соединений. Сотрудниками опубликованы и внедрены в учебный процесс кафедры химии ГГУ имени Ф. Скорины методические разработки, включающие тексты лекций и практические пособия: «Неорганическая химия» (теоретические основы), «Неорганическая химия» (химия элементов), «Неорганическая химия» (практическое пособие), учебно-методический комплекс «Аналитическая химия», «Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа», «Бионеорганическая химия». Указанные материалы служат базой для внедрения активных форм обучения (личностно-индивидуальное, личностно-ориентированное), обеспечивающих самоопределение и саморазвитие студентов, направленных на формирование профессиональных качеств будущего специалиста-биолога.

В познавательной области технологического построения изучения комплексных соединений нами используются основные категории учебных целей (знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка). Разработаны разноуровневые варианты контрольных работ, тестовые задания по разделам «Комплексные соединения и их поведение в растворе», «Теория цветности комплексных соединений», «Внутрикомплексные соединения». Используя анализ результатов (отчеты по лабораторным работам, текущие контрольные работы и тестовые задания), постоянно проводится коррекция обучения, направленная на достижение поставленной цели.

Основные понятия химии комплексных соединений студенты биологического факультета изучают на I курсе в рамках дисциплины «Неорганическая химия». Основным объектом, с которым они знакомятся, являются ионы или молекулы, состоящие из центральной частицы и координированных вокруг нее лигандов. Друг с другом лиганды либо не связаны и взаимно отталкиваются, либо соединены силами межмолекулярного притяжения типа водородных связей. Совокупность непосредственно связанных с ядром лигандов называют внутренней сферой комплексных соединений.

При выяснении основных положений координационной теории А. Вернера обращается внимание студентов на то, что данная теория стала основополагающей в теоретической химии комплексов и теории валентности, она находит все возрастающее применение при выборе органических осадителей для ионов металлов и при объяснении многих биологических явлений. На основе этой теории раскрывается роль ионов металлов в дублении кожи, в крашении тканей и регулировании роста растений.

Важным моментом в усвоении первокурсниками материала по комплексным соединениям является установление характера химической связи в них, изучение устойчивости комплексных соединений. Выполняемый в лабораторном практикуме эксперимент «Синтез и исследование свойств солей  $K_2[HgI_4]$  и  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ » позволяет развивать навыки научно-исследовательской работы. Студенты самостоятельно синтезируют комплексные соединения, определяют экспериментально заряд ионов, устанавливают величины констант устойчивости, изучают способы разрушения комплексных ионов. Рассматриваемые комплексные соединения можно использовать в качественном анализе и количественном определении ионов меди, ртути как в биологических объектах, так и в природных неорганических соединениях [3].

Составленные контрольные вопросы по изучаемой теме, такие как написание уравнений реакций получения комплексного соединения, схем его диссоциации, выражений констант устойчивости, а также уравнения всех реакций, проведенных при исследовании его свойств, развивают аналитическое мышление студентов и формируют интерес к предмету.

При организации учебного процесса, прежде всего, по аналитической химии определяется область исследований в процессе качественного и количественного анализа, где возможно использование комплексных соединений. Рассматриваются особенности образования аммиакатных, аква-, ацидокомплексов с применением групповых реактивов при проведении качественных аналитических реакций. Обращается внимание на то, что в результате образования комплексов многие реакции, характерные для аквагидратированных ионов, в растворе не протекают.

Акцентируется внимание на вопросе образования устойчивых комплексов катионов металлов в присутствии многих органических соединений (сахаров, органических кислот, глицерина и других, содержащих группы  $=C(OH)$ ), в результате чего меняется их способность к реакциям осаждения с образованием гидроксокатионов. Поэтому часто при выполнении анализа необходимо удалять органические вещества из анализируемого объекта. В других случаях

образование комплексов облегчает проведение анализа. Например, присутствие в растворе ионов трехзарядного железа мешает определению ионов кобальта, никеля, цинка, поэтому удобно при обнаружении соответствующих ионов связывать ионы железа в прочный комплекс прибавлением винной или лимонной кислот.

Такая система в проведении качественного анализа формирует у студентов глубокий научный подход, аналитические навыки в изучении реакций комплексообразования, протекающих в растворе, вопроса о влиянии процесса образования комплексов на кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства данных соединений [4].

Важным этапом в формировании аналитического мышления у студентов I курса является проведение количественных определений методом комплексонометрического титрования. Известно, что основу метода составляют реакции ионов с полиаминокарбоновыми кислотами (комплексонами). В лабораторном практикуме студенты определяют ионы кальция, магния и жесткость воды с использованием этилендиаминтетрауксусной кислоты и ее натриевой соли. На практике студенты изучают особенности внутрикомплексных соединений. Объектом определений служат не только модельные растворы, но и природные, питьевые, сточные воды. Завершением лабораторной работы является выполнение необходимых количественных расчетов. Будущий специалист-биолог овладевает основами как теоретической, так и практической аналитической химии, чтобы на старших курсах успешно изучать специальные дисциплины, углублять базу знаний по специализации «Биохимия», расширять профессиональные умения и навыки.

Вопросы комплексообразования рассматриваются и при изучении других химических дисциплин. Так, в курсе «Органическая химия» процессы хелатообразования лежат в основе многих качественных реакций. Изучая химизм реакций синтеза реактива Фелинга, качественные реакции на многоатомные спирты и углеводы, аминокислоты, оксикислоты, фенолы, обращается внимание студентов на образование органических комплексов, исследуется влияние кислотно-основных равновесий на их устойчивость. В этом случае первостепенная роль в объяснении материала придается особенностям строения органических соединений, электронным эффектам их функциональных групп, позволяющим выступать им в качестве хелатообразователей.

В курсе «Биологическая химия» к вопросу о роли комплексных соединений обращаются при изучении строения порфириновых комплексов гемоглобина и хлорофилла. Подчеркивается их «комплексный характер», рассматривается механизм образования связей между ионом двухзарядного железа и молекулами-лигандами, изучается вопрос об устойчивости комплексов гемоглобина с кислородом и угарным газом. Интересным является рассмотрение структуры витамина B<sub>12</sub>, представляющего собой сложный биорганический комплекс, образованный с участием ионов кобальта.

По специализации «Биохимия» для студентов V курса введен спецкурс «Бионеорганическая химия», который позволяет выпускникам приобрести опыт в проведении научных исследований по синтезу и аналитическому контролю состава комплексных соединений. Материал спецкурса основан на знаниях, полученных ранее студентами при изучении курсов «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Биохимия», «Физическая химия» [5], [6].

Важной задачей изучения комплексных соединений является усвоение студентами представлений о термодинамических и кинетических закономерностях протекания реакций комплексообразования в биологических системах. Центральное место в учебной программе по спецдисциплине «Бионеорганическая химия» отводится роли комплексных соединений ионов металлов с органическими лигандами как модели биологически важных систем. В лекционном курсе рассматриваются роль и функции бионеорганических молекул в накоплении и переносе ионов металлов (или донорных молекул), в передаче энергии в биологических системах, стехиометрические особенности комплексных соединений в природных объектах.

Тематика лабораторных работ в данном спецкурсе («Элементы-токсиканты в биологических системах», «Элементы жизни в природных и биологических объектах», «Получение и разрушение комплексных соединений», «Качественное определение d-элементов комплексообразователей») позволяет сформировать умения и навыки анализа комплексных

соединений в модельных растворах и в биологических объектах. При выполнении лабораторных работ студенты могут самостоятельно варьировать условия проведения модельного эксперимента с прогнозом возможных результатов, осуществлять их математическую обработку и для формулировки обоснованных выводов обращаться к современной научной литературе.

В результате изучения данного спецкурса студенты овладевают химическими методами синтеза и анализа комплексных соединений, методами экспериментальной работы с комплексными соединениями в приложении к аналитической химии, математическими методами обработки результатов. Будущие специалисты-биологи после завершения спецкурса должны уметь применять полученные данные по комплексным соединениям для решения конкретных научно-практических, информационно-поисковых задач, анализировать современные биологические проблемы и осуществлять мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране природы.

### **Выводы**

Реализация системного подхода в методике изучения комплексных соединений в ряде химических дисциплин позволяет сформировать у студентов-биологов целостное представление о структуре и свойствах комплексных соединений, о механизме их образования, о влиянии различных факторов на их устойчивость. Многоплановое рассмотрение данной темы формирует у студентов представление о важной роли комплексных соединений в функционировании живых организмов, о разнообразных методах их использования в различных областях химии, о химических технологиях, об экологических исследованиях. Все это способствует достижению главных образовательных целей, формированию профессиональных компетенций студентов, стимулирует их творческий подход к обучению.

### **Литература**

1. Гримоть, А. А. Формирование профессионального мастерства будущих учителей : учеб.-метод. пособие / А. А. Гримоть, Е. А. Чеботаренок. – Минск : Мин. пед. ин-т имени М. Горького, 1991. – 119 с.
2. Технология дифференцированного химического обучения педагогов-биологов / Н. И. Дроздова [и др.] // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы высшей школы в условиях инновационного развития : материалы науч.-метод. конф., Гомель, 17–18 апр. 2008 г. : в 3 ч. / Гомел. гос. ун-т ; редкол.: В. А. Бобрик [и др.]. – Гомель, 2008. – Ч. 2. – С. 122–124.
3. Аналитическая химия : учеб.-метод. комплекс / В. Г. Свириденко [и др.]. – Гомель : ГГУ, 2004. – 278 с.
4. Формирование познавательного интереса студентов-биологов при изучении аналитической химии / В. Г. Свириденко [и др.] // Аналитика и аналитики : каталог реф. и ст. Междунар. форум, Воронеж, 2–6 окт. 2008 г. : в 3 т. / Воронеж. гос. технол. акад. ; редкол.: Я. И. Коренман [и др.]. – Воронеж, 2008. – Т. 1. – С. 64.
5. Преемственность в изучении блока окислительно-восстановительных процессов студентов-биологов / В. Г. Свириденко [и др.] // Свиридовские чтения : сб. ст. / БГУ ; редкол.: Т. Н. Воробьева (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Вып. 4. – С. 289–292.
6. Организационно-методические аспекты образовательного процесса по специализации «Биохимия» / В. Г. Свириденко [и др.] // Свиридовские чтения : сб. ст. / БГУ ; редкол.: Т. Н. Воробьева (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – Вып. 2. – С. 200–202.

### **Summary**

Main aspects of continuous chemistry studying of the students of the biological faculty have been considered in the article. The problems connected with realization of continuity of various forms and stages of education, its variations and differentiations, formation of competence are marked. The ways of realization of problems of chemistry teaching are important in improving biology and chemistry teachers qualification.

*Поступила в редакцию 18.11.09.*