

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ БИОГЕОХИМИИ В УЧЕБНОМ ПРАКТИКУМЕ  
И НИР СТУДЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

*Статья посвящена обучению биогеохимии в ВУЗ-ах экологического направления и биогеохимической тематике НИР преподавателей и студентов. Обсуждается роль биогеохимии в современном естествознании, лабораторно-практическая компонента учебной дисциплины "Биогеохимия" или ее раздела "Химия с основами биогеохимии", эффективность сочетания экспериментальной и практической учебной работы с кружковой НИР студентов при подготовке экологов. Приводятся результаты научно-методической работы преподавателей и научно-исследовательских достижений студентов в этом направлении.*

**Ключевые слова:** биогеохимия, экология, биогенные элементы, биоиндикация, качество воды, факторы физико-химической миграции.

Сегодня, в эпоху науки, особую актуальность приобретают проблемы феномена науки, ее мировоззренческая сущность и методология. В плане становления специалиста-эколога одной из современных химических дисциплин, изучаемых в высшей экологической школе, является биогеохимия – наука, особо приближенная к процессу формирования мировоззрения и мироощущения студенческой молодежи. И объект изучения биогеохимии – биосфера, и ее методологические подходы (синтез, анализ, конкретизация и абстрагирование) создают благодатную почву для самостоятельного развития сознания в процессе изучения этого мощного раздела естествознания через теоретическое наследие, опыт, экспериментальные методы и научные исследования. Проблема связи предметного изучения биогеохимии в ВУЗ-х и научных разработок в этом направлении является современной, интересной и перспективной, хотя и недостаточно освещенной в современной литературе.

Особо заманчивы практические решения в форме прогнозирования ситуаций и явлений как результат научного анализа и обобщения, основанные на экспериментальных данных биогеохимических процессов.

Биогеохимия как наука, или раздел, изучаемой в ВУЗ-х дисциплины "Химия с основами биогеохимии", преподается больше двух десятилетий. От ее зарождения прошло почти 80 лет, однако она не может похвастаться изобилием учебной литературы, учитывающей специфику экологического направления, наличие и качество которой обеспечивают знания по дисциплине, трансформирующиеся в экспериментальный интерес и стремление к научным изысканиям. Классическими работами В.И. Вернадского, статьями корифеев Биогеохимической лаборатории, пособиями 70-80-х г.г. В.В. Ковальского и А.М. Ивлева [1] и более поздним учебником по биогеохимии [2] до недавнего времени ограничивался учебный биогеохимический арсенал. Наиболее подходящие для экологов учебники России, например, [3], доступны не всем студентам. Радуют последние украинские издания 2010 г., но они пока не дошли до читателя.

Таким образом, возникает парадокс: многочисленные науки, возникшие на фундаменте биогеохимии (экология, экологическая химия, ландшафтоведение, геохимическая экология, биогеохимия почвенного покрова, биогеоценология, экотоксикология), развиваются и значительно прогрессируют, а биогеохимия, которая плодотворно используется своими дочерними ответвлениями, сама, несмотря на ее усиливающееся значение, остается в тени химии и экологии.

Справедливости ради следует отметить, что философия нашего времени, отражающая реальные процессы в науке и знании, не оставляет в стороне проблемы биогеохимии, накопленный материал которой способствует усовершенствованию представлений о природе и развитию общества. Рассматривая биогеохимию как науку, объединяющую на современном уровне достижения биологии, геологии, химии по определению, физику, математику и микробиологию по физико-химическим, математическим и биоиндикационным методам исследования, а минералогию, медицину и охрану окружающей среды по применению научных исследований, можно прогнозировать ценность такого рода перекрестных научно-практических результатов.

Развитие биогеохимии автор, прежде всего, видит в динамическом развитии ее теоретического базиса – основных концепций науки, а именно, концепции биосферы, живого и биокосного вещества, круговоротов в их обратимости и необратимости, а также в развитии различных теорий жизни и ее возникновения. С другой стороны, специфичны и интересны прикладные направления биогеохимии – биоиндикационные исследования, моделирование природных экосистем и биогеохимической структуры биосферы, биотестирование, мониторинг биокосных систем (ила, почвы, коры выветривания), исследования в полевых условиях биогеохимических провинций или в естественных водоемах – жизненно важных элементов и опасных техногенных ксенобиотиков.

Целью данной работы является привлечение вузовского внимания к биогеохимии, ее научным возможностям и особой ценности при обучении экологов. Это, прежде всего, обучающая компонента, т. е. разработка и обновление учебных практических и лабораторных работ как базиса для получения навыков эксперимента, необходимых для исследовательской работы, поначалу студенческой.

К сожалению, человеку свойственно фрагментарное восприятие окружающей природы. Такая ситуация особенно усугубляется в современных реалиях экологической перегрузкой как природы, так и человека, прессинга научно-технического прогресса и его негативных последствий. Биогеохимия способна помочь нашему современнику воспринимать природу как целое, в единстве живой и косной материи, более того, в единстве себя и природы. Поэтому эксперимент в учебной работе должен быть максимально приближен к природным объектам.

Несомненно, практические и лабораторные работы по дисциплине или разделам "Биогеохимии" для студентов-экологов должны включать экологическую компоненту. Экологический ориентир имеет не только профессиональный акцент, важный для связи экспериментальной учебной базы и будущей специальности обучаемого, но и сближает исследователя с природой, создает позитив от ощущения полезности работы, а научный поиск рождает

исследовательский азарт. Все это дает толчок к осознанию современной экологической обстановки, "вращения" в нее. Сознание современного студента-эколога в идеале должно соединить в целостную концептуальную систему звенья *знания* биогеохимических начал и *понимания* их неразрывности с экологическим контекстом.

Звено знания в ВУЗ-х, прежде всего, обеспечивается за счет создания фонда учебно-практической литературы. Для нормального функционирования учебного процесса дисциплины "Химия с основами биогеохимии" разработан и внедрен недавно изданный практичный курс [4], который создает базис химических знаний первокурсника. Подготовленные, апробированные и применяемые в лабораторном практикуме работы при изучении раздела "Биогеохимия" этой же дисциплины сочетают приобретение необходимых технических навыков, понятия их смысловой идеи с экологической ориентацией [5]. Выполнение лабораторных работ побуждает студентов-экологов к научному поиску, анализу результатов, формулированию выводов и подготавливают к самостоятельной научно-исследовательской работе. Экспериментальный блок лабораторных работ в ОДЕКУ охватывает 4 компонента биосферы: **педосферу** (гравиметрический метод определения органического вещества и влажности почв, влияние пестицидов на дыхание почвы и др.), **гидросферу** (определение нефти, нитритов и нитратов в водах, органолептических свойств воды, ее жесткости всех видов), **атмосферу** (определение аммиака, фенола в воздухе), **живое вещество** (определение интенсивности фотосинтеза растений, качественный анализ органических веществ), а также аналитический контроль биогенных элементов. Биоиндикационная тематика представлена простыми работами с получением быстрого результата (напр., установление загрязнения воздуха по содержанию влажности листьев или по содержанию органического вещества).

Поиск практических заданий, полезных для восприятия сущности биогеохимических процессов и закрепляющих знание основных биогеохимических показателей, привел к созданию практических работ для самостоятельного выполнения. Предлагаемые студентам многовариантные практические работы [5] связаны с расчетами показателя Картледжа, энергетических коэффициентов, характеристики биологического поглощения и др. и графической интерпретацией результатов. Такого типа tandem эксперимента и расчетных практических работ позволил за последние годы улучшить качество знаний, контроль которых осуществлялся в контрольных работах модулей, на экзаменах и в тестовом ректорском контроле остаточных знаний (по завершению курса).

Биогеохимическая компонента экологического образования также находит свое воплощение в тематике научной кружковой работы, проводимой на кафедре химии окружающей среды в ОГЭКУ. Механизм – от обучения до НИР отвечает "цепной" схеме: теоретическая база "Химии с основами биогеохимии" → биогеохимический семинар → общехимический практический курс → биогеохимический практикум (лабораторный эксперимент + расчетные практические работы) → исследовательский кружок.

Основным направлением студенческой кружковой научной работы является изучение одного из компонентов биосферы – гидросферы. Этот выбор обусловлен, во-первых, участием гидросферы в глобальном биогеохимическом цикле, обеспечивающем жизнь на планете; во-вторых, мониторинг и анализ воды разных источников имеет перспективу прогноза, что важно и представляет профессиональный интерес для студентов-экологов; в-третьих, состояние воды сегодня не может не вызывать и научного, и общественного интереса. Программа исследовательской работы включала определение качества поверхностных вод естественных (реки Дунай и Днестр) и искусственных водоемов (магистральный канал, пгт Беляевка), природных подземных вод (колодцы, ключи питьевой воды, вода артезианских скважин), питьевой воды разных торговых марок, водопроводной и бьюетной воды в г.Одессе и Одесской области.

Биогеохимическая оценка качества вод проводилась по следующим показателям: по содержанию биогенных веществ (на основе биофильного элемента азота  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ), общей и карбонатной жесткости воды, ионному составу биогенных макроэлементов, количественной оценке содержания анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

Исследования выполнялись по аналитическим методикам количественного анализа, широко применяемым среди методов биогеохимии. Студенты овладели трилометрическим методом определения жесткости воды, техникой титрования, методикой установления типа воды по величинам показателя жесткости. В анализах применялся

гравиметрический метод определения  $\text{SO}_4^{2-}$  и фотоэлектроколориметрический – для установления концентраций  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_2^-$ , т.е. методы, уже известные студентам из лабораторного биогеохимического практикума. Занимаясь научной работой студенты сталкивались с прикладными проблемами контроля загрязнения природных вод, необходимостью ознакомления с государственной документацией – Госстандартом ДСТУ 3041-95 132928-00 (13.060. Якість води. 13.060.01. Якість води взагалі. 13.060.10. Вода природних джерел). Анализ полученных результатов, компьютерное оформление научных работ, использование для наглядности таблиц, графиков, диаграмм расширяло диапазон знаний и умений студентов, шлифовало навыки лабораторной работы, стимулировало научный интерес.

По результатам научной работы опубликованы статьи в научных журналах, в т.ч. с участием студентов и тезисы докладов на студенческих научных конференциях; намечены основные перспективы дальнейшей работы.

Таким образом, очевидна эффективность повышения качества экологического образования при изучении биогеохимии на базе учебного практикума, сочетающего, лабораторный эксперимент и расчетно-графические практические работы, с одной стороны, и научно-исследовательскую кружковую работу на кафедре, с другой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивлев А. М.* Биогеохимия: учеб. пособие / Ивлев А. М. – М.: Высшая школа, 1986. – 125 с.
2. *Орлов Д. С.* Биогеохимия: учебник [для студ. высш. учеб. завед.] / Д. С. Орлов, О. С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 320 с.
3. *Башкин В. Н.* Биогеохимия: учеб. пособие [для студ. высш. учеб. завед.] / В. Н. Башкин. – М.: Высшая школа, 2008. – 423 с.
4. *Герасименко Г. І.* Хімія. Практичний курс: навч. посіб. / Г. І. Герасименко. – Одеса: "ТЕС", 2009. – 304 с.
5. *Федорова Г. В.* Практикум з біогеохімії для екологів: навч. посіб. / Г. В. Федорова. – Київ: КНТ, 2007. – 288 с.

*Подано до редакції 28.09.11*

---