

УДК 543.2: 574. 5

Е.А. Борисова, доцент

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99053, Украина

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ЭКОЛОГИИ»

Обсуждаются некоторые методологические приемы, используемые в процессе изучения дисциплины «Основы химического анализа в экологии».

Многолетняя практика преподавания в университете показывает, что освоение дисциплин, связанных с химическим и физико-химическим анализом зачастую представляет определенные трудности для студентов, изучающих экологию. Связано это, прежде всего, с тем, что у многих вчерашних школьников отсутствуют прочные, уверенные знания основного базового предмета – химии. Как правило, в силу многих объективных причин (недостаточность часов, отсутствие некоторых химических реактивов и т.д.) предмет излагается абстрактно, сложные теоретические положения не иллюстрируются необходимыми примерами из практики и повседневной жизни. Решение расчетных задач также часто носит случайный характер, поэтому нередко студенты получают абсурдные ответы, которые их, однако, не настораживают, т.к. они в полной мере не понимают прикладного значения расчетов.

Все это делает достаточно сложным для студентов восприятие новых для них дисциплин, связанных и с химией и экологией – выбранной ими специальностью. Понимание экологии в отрыве от химии невозможно, т.к., к сожалению, почти все загрязняющие биосферу вещества антропогенного характера представляют собой химические элементы и их соединения.

Для того чтобы контролировать качество окружающей среды, а это понятие все больше соответствует «качеству жизни», необходимо понимать химическую природу загрязнителей, уметь идентифицировать и определять их концентрации с тем, чтобы, в конечном счете, управлять экосистемой, минимизируя негативное антропогенное воздействие.

Цель статьи заключается в том, чтобы на конкретных примерах показать некоторые методические приемы изучения дисциплины «Основы химического анализа в экологии», помогающие лучшему восприятию предмета и применению полученных знаний в дальнейшем.

Химия составляет важную часть жизни человека. Изучение основ химического анализа загрязняющих веществ целесообразно осуществлять применительно к какой-нибудь конкретной проблеме. Это позволит студентам использовать специальные знания для нахождения способов ее решения и проявить себя в качестве будущих специалистов-экологов.

Очень важно для экологов научиться оценивать качество вод различного назначения и состава, применяя полученные теоретические знания аналитической химии на практике. Результативным оказывается проведение практических и лабораторных занятий с постановки проблемы: например, можно рассмотреть какую-то конкретную чрезвычайную ситуацию, связанную с ухудшением качества водных ресурсов.

Главная цель предлагаемой концепции – раскрыть содержание химической науки и ее методы, исходя из практики, на опыте коллективного поиска решения общественных проблем, затрагивающих химию. Рассматривая вопросы из области экологии, наиболее часто приходится сталкиваться с химией – наукой о строении и превращении веществ. Поэтому каждый, кто стремится быть ответственным гражданином общества, принимающим участие в решении значимых для общества вопросов охраны окружающей среды, должен делать это осознанно, обладая необходимым минимумом химических знаний.

Несмотря на то, что изложение предмета идет «от практики», курс содержит все общие теоретические сведения. В процессе изучения дисциплины студент должен быть поставлен в условия активной, в значительной мере самостоятельной работы, систематически сталкиваясь, как было уже указано, с проблемными ситуациями, требующими и соображения, и знаний. Большое значение должно уделяться культуре дискуссий и навыкам коллективной работы.

Итак, можно начать, например, с газетной статьи о водной аварии в воображаемом городе, который оказался в критической ситуации: произошла массовая гибель рыбы. В связи с этим необходимо немедленно найти причину, приведшую к этому, то есть сделать химический анализ проб воды. В этом контексте студенты знакомятся с теоретическими положениями химии воды, изучают возможные источники загрязнения и загрязняющие вещества, которые могли бы спровоцировать подобную критическую ситуацию. Они последовательно, посредством «мозгового штурма» обсуждая кризис с водоснабжением, получают знания о проблемах эвтрофикации (загрязнении воды биогенными веществами, приводящем к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода и гипоксии у гидробионтов), о негативных свойствах тяжелых металлов, которые будучи протоплазматическими ядами, связываются с белками живого организма и приводят к серьезным нарушениям его, о нефтяном

загрязнении, о значении важнейших ионов, о растворенных в воде газах, о водородном показателе и т.д. и т.п. С этой целью проводятся лабораторные работы, на которых студенты изучают свойства воды и загрязняющих веществ, используя методы визуальной колориметрии, с помощью специальных приборов определяют гидрохимический фон образцов воды, осваивают методы качественного и количественного анализа загрязняющих веществ. Поиск ответов на ранее поставленные вопросы, касающиеся гибели рыб, помогает развивать и научное мышление студентов.

Так, например, изучая возможные источники и последствия загрязнения воды нефтяными углеводородами (НУ), можно предложить студентам сделать расчет баланса масс НУ, описав процесс с помощью математической модели.

Динамическая модель баланса масс представляется в виде дифференциального уравнения первого порядка, характеризующего скорость изменения наличной массы НУ как функцию интенсивности их поступления в водоем из всех возможных источников, самоочищающей способности водоема и относительного количества НУ в водоеме.

Исходное балансовое соотношение, описывается уравнением:

$$M = m - \mu. \quad (1)$$

Из уравнения ясно, что присутствующая в данный момент в водоеме масса нефтяных углеводородов (M) есть разность между поступившей в водоем из всех источников массой (m) и выведенной из него по всем каналам массой (μ). Соотношение остается справедливым для любого момента времени:

$$M_t = m_t - \mu_t.$$

Если продифференцировать обе части исходного равенства (1) по времени, получится уравнение, связывающее скорости изменения масс НУ:

$$\frac{dM_t}{dt} = \frac{dm_t}{dt} - \frac{d\mu_t}{dt}. \quad (2)$$

Скорость вывода НУ из водоема есть в общем случае нелинейная функция:

$$\frac{d\mu}{dt} = \varphi(t, M_t, F_t). \quad (3)$$

Она зависит от наличной массы и от совокупности внешних и внутренних условий $F_t = F(t)$.

В первом приближении совокупностью факторов $F(t)$ можно пренебречь и функцию (3) заменить линейной зависимостью:

$$\frac{d\mu}{dt} = \lambda M_t, \quad (4)$$

где λ – скорость изменения массы μ , или интенсивность оттока.

С учетом (4) равенство (2) принимает вид:

$$\frac{dM_t}{dt} = \frac{dm_t}{dt} - \lambda M_t, \quad (5)$$

где $\frac{dm_t}{dt} = q_t$ – скорость поступления НУ по всем источникам.

Тогда вместо (5) получим уравнение:

$$\frac{dM_t}{dt} + \lambda M_t = q_t.$$

Решение такого уравнения хорошо известно и в общем случае при ненулевых начальных условиях ($M_0 \neq 0$) имеет вид:

$$M_t = M_0 \cdot e^{-\lambda t} + \int_0^t q_t \cdot e^{-\lambda(t-v)} \cdot dv,$$

где v – постоянная интегрирования.

Дальнейшие исследования в этом направлении позволят решить задачу более упрощенно, что даст возможность оценивать загрязнение водоема нефтепродуктами при различных ситуациях.

И наконец, в процессе освоения дисциплины «Основы химического анализа в экологии» изучаются и обсуждаются важнейшие способы очистки воды. Для этого студенты совершают экскурсию на станции водоочистки, а на лабораторных работах очищают образцы загрязненных сточных вод, используя сепарацию, фильтрацию и адсорбцию. Студенты сами изготавливают фильтры из песка и гравия, учатся правильно складывать бумажные фильтры, пользоваться делительной воронкой и

собирают поглотительную колонку с активированным углем в качестве сорбента. После завершения трехступенчатой очистки проб воды студенты оценивают органолептические свойства воды, наблюдают эффект Тиндаля и производят расчеты по оценке эффективности всех изучаемых способов очистки.

Хотя гипотетический город и события в нем – вымысел, а гибель рыбы может случиться в результате множества причин, студенты будут понимать, что и в реальной жизни общество может столкнуться с чем-то похожим.

Подводя итоги анализа событий в городе, все студенты группы сравнивают и обсуждают полученные результаты, делая определенные выводы о причинах, которые привели к массовой гибели рыбы. Исследуя проблему с научно-практической точки зрения, нужно уметь сконцентрироваться на наиболее вероятной причине происшествия и в результате лабораторных анализов проб воды и математических расчетов найти неопровержимые доказательства этой причины.

Описанные действия (сбор данных, поиск закономерностей, предположения и анализ возможных причин негативного события) являются примером эффективного применения научно-практического подхода к изучению дисциплины в процессе решения какой-либо конкретной проблемы. Такой подход основан на комбинации систематических, последовательно-логических действий, использовании теоретических знаний на практике и научной интуиции.

Основной и весьма трудной частью научной работы является правильная постановка вопроса, на который требуется найти ответ. Заинтересованность студентов, их непосредственное участие в процессе исследования, как правило, дают положительные результаты, восполняя некоторые пробелы в ранее полученных теоретических знаниях химии и одновременно формируя практические навыки.

Такой методологический подход к изучению достаточно сложной дисциплины «Основы химического анализа в экологии» позволяет студентам впоследствии, уже на стадии дипломного проектирования, осознанно применять полученные знания и навыки для выбора тем дипломных проектов и успешного решения прикладных задач экологии, исследуя, например, проблемы качества воды озера Мойнаки (бальнеологический курорт в г.Евпатории) или внедряя нанотехнологии для доочистки водопроводной воды в г.Севастополе.

В перспективе целесообразно обсудить со студентами проблемы практического рационального использования воды. Например, можно поставить им задачу собрать информацию о пользовании водой в их домах, в их семьях в течение трех дней, предложить им составить таблицу и вносить в нее каждый случай употребления воды, что поможет ясно понять, на какие нужды уходит вода, оценить, по возможности объем ее потребления. Студенты охотно будут выполнять такую работу, привлекая и членов семьи к этому процессу, формируя и у них экологическое сознание и вырабатывая навыки экономного использования воды. Все это позволит рассмотреть и причины, по которым вода имеет так много областей применения, а также оценить все точки зрения, обсуждая проблемы сохранения воды в каждом конкретном регионе.

Дальнейшие научные исследования целесообразно посвятить вопросам создания более совершенной динамической модели баланса масс загрязняющих веществ в целях прогноза нефтяных загрязнений и расчета предельно-допустимых сбросов (ПДС). Решение уравнения первого порядка представляется обычно в виде суммы экспоненциальных функций. Для облегчения расчетов можно заменить его упрощенной линейной зависимостью путем разложения в ряд Тейлора и пренебрегая нелинейными членами этого разложения. Для устранения при расчетах погрешности, природа которой определяется спецификой предельного перехода, при построении динамического уравнения баланса масс следует исключить операцию предельного перехода и получить уравнение масс-баланса НУ непосредственно в приращениях.

Таким образом, используя предлагаемые методологические приемы изучения теоретических положений курса «Основы химического анализа в экологии» «от практики», отталкиваясь от конкретной, хоть и гипотетической ситуации загрязнения водоема, сочетая практические лабораторные навыки и научные исследования, можно привлечь студентов к более вдумчивому изучению прикладных задач химической экологии. В итоге мы получим специалистов-экологов не только владеющих основными теоретическими и практическими знаниями основ химического анализа в экологии, но и граждан, понимающих значение ресурсосберегающих технологий, обладающих экологическим сознанием и экологической культурой поведения, несущих ответственность за свои действия, которые могут оказать негативное влияние на окружающую среду. Тогда можно надеяться на то, что взаимоотношения в социозоосистеме «общество – природа» будут оптимальными и гармоничными.

Библиографический список

1.Борисова Е.А. Основы химического анализа в экологии / Е.А. Борисова. — Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2001. — 140 с.

Поступила в редакцию 13.03.2009 г.