

УДК 37.016:54:574

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ НА ОСНОВЕ ИДЕЙ «ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ»

Жидкин В.И., Сульдина Т.И.

*АНО ВПО ЦС РФ «Российский университет кооперации»,  
Саранский кооперативный институт, Саранск, e-mail: zhidkin49@mail.ru*

Одним из радикальных средств решения экологической проблемы является экологическая подготовка будущих специалистов, которая может осуществляться по трем моделям: путем введения в учебные планы отдельного курса «Экология» (однопредметная), включения экологических знаний в содержание различных дисциплин (мнопредметная); одновременного изучения учебной дисциплины и использование экологического потенциала всех изучаемых дисциплин (смешанная). При подготовке будущих специалистов по направлению «Технология продукции и организация общественного питания» на I курсе преподается курс «Экология», дающий сведения об основных понятиях и законах экологии, а также актуальных экологических проблемах, и используется экологический потенциал преподаваемых химических дисциплин. Богатый материал для осуществления экологического подхода в преподавании химических дисциплин дают достижения «зеленой химии»: получение экологически чистых растворителей, упаковочных и самоочищающихся материалов, биотоплива, нетрадиционного сырья для химической и пищевой промышленности, исключения из химического синтеза вредных веществ и т.д. Задачи преподавателей популяризировать достижения науки и показывать на конкретных примерах роль химии в решении экологических проблем. В этой связи представляется целесообразным ввести в химические дисциплины модули, отражающие экологический аспект.

**Ключевые слова:** экология, экологическое образование, «зеленая химия»

## ECOLOGICAL APPROACH IN TEACHING CHEMISTRY ON THE BASIS OF THE IDEAS OF «GREEN CHEMISTRY»

Zhidkin V.I., Suldina T.I.

*ANO VPO CA of the Russian Federation «Russian University of cooperation»,  
Saransk cooperative Institute, Saransk, e-mail: zhidkin49@mail.ru*

One of the radical means to solve the environmental problem is the environmental training of future specialists, which can be implemented in three models: by the introduction in the curricula of a particular course «Ecology» (one subject), the inclusion of environmental knowledge in the various disciplines (multi subject); the simultaneous study of the discipline and the use of ecological potential of all the studied disciplines (mixed). When preparing future specialists in production Technology and organization of public catering» and the course is taught the course «Ecology», which gives information about the main concepts and laws of ecology, as well as urgent environmental problems, and is used ecological potential taught chemical disciplines. Rich material for the implementation of an environmental approach to the teaching of chemical disciplines give the green chemistry»: production of ecologically pure solvents, packing and cleaning materials, bio-fuel, non-traditional raw materials for the chemical and food industry, the exclusion of the chemical synthesis of hazardous substances etc. Tasks of teachers to popularize the achievements of science and show concrete examples of the role of chemistry in solving environmental problems. In this connection it is expedient to enter into chemical disciplines modules reflecting the ecological aspect.

**Keywords:** ecology, environmental education, «green chemistry»

Одной из важнейших для человечества является экологическая проблема. Общеизвестно, что радикальным средством ее решения является экологическое образование подрастающего поколения, экологическая подготовка будущих специалистов и просвещение населения в вопросах природопользования.

Можно выделить три модели экологического образования: однопредметную, мнопредметную и смешанную. В первом случае экологическая грамота постигается путем введения в учебные планы дисциплины «Экология», во втором – путем «включения» экологических знаний в содержание различных преподаваемых курсов, а третья модель предполагает преподавание экологии как отдельного предмета и использования экологического потенциала практически всех дисциплин.

Следует отметить, что по инициативе одного из авторов в нашей республике разработан региональный учебно-методический комплекс учебной дисциплины «Экология», отражающий национально-региональный компонент и включающий в себя программу, учебник «Основы экологии» [1], методическое пособие «Уроки экологии» [2] и учебное пособие «Экологический практикум» [3]. Используются и федеральные разработки, обеспечивающие государственный образовательный стандарт.

В вузовских курсах для различных специальностей даются более глубокие представления о структуре природы, природных явлениях и экологических проблемах. Лекционные курсы дополняются лабораторно-практическими и семинарскими занятиями, защитой рефератов по актуальным проблемам. Ежегодно на студенческих научных

конференциях и конкурсах представляются экологические доклады и проекты.

Многопредметная модель также используется в учреждениях образования республики по рекомендации республиканских конференций по экологическому образованию, проводимых с пятилетней периодичностью, начиная с 1990 года. Была разработана Концепция непрерывного экологического образования республики от дошкольной до послевузовской ступеней, включающая в себя междисциплинарный подход [4]. Эту модель реализуют педагоги не только естественнонаучных, но и даже гуманитарных дисциплин.

Несомненно, из трех моделей наиболее предпочтительной является смешанная, которая реализуется во многих учреждениях образования, в том числе и в нашем институте.

При подготовке специалистов по направлению «Технология продукции и организация общественного питания» с нашим участием на I курсе преподается курс «Экология», дающий сведения об основных понятиях и законах экологии, а также актуальных экологических проблемах. Для студентов изданы лабораторный практикум [5] и учебное пособие [6]. С учетом специфики направления на III курсе преподается дисциплина «Радиоактивное загрязнение пищевых продуктов».

По нашему глубокому убеждению огромным экологическим потенциалом обладают преподаваемые химические дисциплины. Так, в пособии «Химия и экология» некоторые авторы [7] сделали попытку показать достижения химической науки в решении экологических проблем, однако этого недостаточно и необходимо вести поиск экологического содержания химии. Ряд авторов [8] справедливо отмечает, что в ходе реализации экологического подхода в преподавании химии у студентов формируется наряду с химической экологическая компетенция, отражающая их способность комплексно применять общеучебные умения и предметные знания, сформированные в разных учебных дисциплинах, в различных экологических ситуациях.

К сожалению, у химии в последние годы сложилась репутация основного загрязнителя окружающей среды, и ее незаслуженно ругают, забывая при этом, что именно эта наука обеспечивает то невероятное разнообразие новых материалов, которые прочно внедрились в нашу жизнь. По нашим наблюдениям, в связи с общей тенденцией гуманитаризации образования и указанной репутацией химической науки даже отмечено снижение числа учащихся, выбравших

химию для сдачи в качестве единого государственного экзамена.

Нам представляется, что в целях решения проблемы химического загрязнения среды необходимо глубже изучать химизм технологических процессов, а в преподавании основ химии осуществлять экологический подход – изучать основные химические загрязнители, последствия загрязнения, а также технологии переработки и утилизации загрязняющих веществ. На необходимость усиления экологизации преподавания химии в вузе нами указывалось ранее [9, 10], и этот подход постоянно используется в нашей деятельности.

В преподавании неорганической химии мы обращаем внимание студентов на так называемые парниковые газы (диоксид углерода, оксид азота и озон), сернистые газы (сернистый ангидрид и серный ангидрид), вызывающие подкисление почв, воды в водоемах, гибель лесов и посевов.

Усиленное внимание уделяем наиболее токсичным загрязнителям, таким как соединения фтора и хлора, источниками выбросов которых являются химические предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, соляной кислоты, хлорсодержащих пестицидов, хлорной извести и некоторых других соединений. Кроме того, даются сведения о содержании в загрязнителях атмосферы – аэрозолях – асбеста, оксидов железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта и молибдена а также соединений кремния, кальция и углерода. Ну и, конечно, подчеркивается, что наиболее опасными загрязнителями среды и продовольствия являются радиоактивные вещества.

В преподавании органической химии обращаем внимание на парниковые свойства метана, вызывающего потепление климата. Существенное внимание уделяем стойким органическим загрязнителям – продуктам промышленного производства, к которым относятся полихлорированные диоксины и фураны, полихлорбифенилы, ДДТ, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол, алдрин, диалдрин и другие. Особое внимание нами уделяется диоксинам – самым опасным веществам в мире. Одновременно рассматриваем пути загрязнения указанными соединениями пищевых продуктов и допустимое их содержание в продуктах.

В преподавании аналитической химии студентам даются представления о химических и физико-химических методах мониторинга состояния окружающей среды.

В последние годы в мире становится популярным новый подход к производству

химических веществ – «зеленая химия», или химия в интересах устойчивого развития. Этот подход предполагает замену опасных растворителей на экологически приемлемые, снижение количества отходов с использованием одностадийных реакций вместо многостадийных, каталитических вместо стехиометрических и прогнозирование возможной токсичности химических продуктов реакций для природы и человека. Новые схемы химических реакций и процессов, которые разрабатывают во многих лабораториях мира, призваны кардинально сократить влияние на окружающую среду химических производств.

Международный союз по чистой и прикладной химии ИЮПАК сформулировал двенадцать принципов «зеленой химии», с которыми мы знакомим студентов:

1. Лучше предотвратить потери, чем перерабатывать и чистить остатки.

2. Методы синтеза надо выбирать таким образом, чтобы все материалы, использованные в процессе, были максимально переведены в конечный продукт.

3. Методы синтеза по возможности следует выбирать так, чтобы используемые и синтезируемые вещества были как можно менее вредными для человека и окружающей среды.

4. Создавая новые химические продукты, надо стараться сохранить эффективность работы, достигнутой ранее, при этом токсичность должна уменьшаться.

5. Вспомогательные вещества при производстве, такие как растворители или разделяющие агенты, лучше не использовать совсем, а если это невозможно, их использование должно быть безвредным.

6. Обязательно следует учитывать энергетические затраты и их влияние на окружающую среду и стоимость продукта. Синтез по возможности надо проводить при температуре, близкой к температуре окружающей среды, и при атмосферном давлении.

7. Исходные и расходуемые материалы должны быть возобновляемыми во всех случаях, когда это технически и экономически выгодно.

8. Где возможно, надо избегать получения промежуточных продуктов (блокирующих групп, присоединение и снятие защиты и т.д.).

9. Всегда следует отдавать предпочтение каталитическим процессам (по возможности наиболее селективным).

10. Химический продукт должен быть таким, чтобы после его использования он не оставался в окружающей среде, а разлагался на безопасные продукты.

11. Нужно развивать аналитические методики, чтобы можно было следить в ре-

альном времени за образованием опасных продуктов.

12. Вещества и формы веществ, используемые в химических процессах, нужно выбирать таким образом, чтобы риск химической опасности, включая утечки, взрыв и пожар, был минимальным.

В материалах конференции ИЮПАК отмечено, что для того, чтобы «зеленый» подход стал частью мировоззрения всех химиков в мире, необходимы специальные усилия, прежде всего в области образования. Идеи «зеленой химии» и концепции устойчивого развития рекомендуется вводить в основные курсы химии.

Достижения «зеленой химии» обозначают горизонты химии и делают ее в глазах студентов более перспективной и привлекательной. Она дает интересный и убедительный материал, который мы используем в преподавании химии. Некоторые идеи «зеленой химии» представляются фантастическими, вызывающими живой интерес у студентов к экологическим проблемам и к изучаемым химическим процессам.

Например, для будущих технологов представляет профессиональный интерес факт использования избыточного парникового газа  $\text{CO}_2$  в пищевой промышленности в сверхкритической форме для извлечения кофеина из зерен зеленого кофе, для экстракции хмеля при производстве пива и никотина из табака, а также различных ароматических веществ в парфюмерной промышленности. Сейчас заметно возросли усилия исследователей по замене органических растворителей на сверхкритический углекислый газ и в других промышленных процессах. Так, в Японии его уже активно используют в прачечных-химчистках.

Другой парниковый газ – метан, известный в природе как болотный газ и интенсивно выделяющийся в атмосферу в связи с потеплением климата, нашел применение в «зеленой химии» как исходное сырье для получения метанола, необходимого для синтеза многих органических соединений.

Казалось бы, физические и химические свойства воды хорошо изучены во всех ее агрегатных состояниях, однако под действием высоких температур и давления вода переходит в сверхкритическое состояние и приобретает уникальные свойства экологически чистого растворителя многих веществ.

Интересным направлением «зеленой химии» является замена токсичных растворителей на нетоксичные или полное исключение из химического процесса растворителя. В качестве чистых растворителей предлагается использовать и биоразлагающиеся растворители, ионные жидкости (соли,

плавящиеся при низких температурах), другие сверхкритические жидкости.

Важным направлением является синтез разлагающихся в природе упаковочных материалов, что в значительной мере поможет решению проблемы бытовых отходов. Например, из дешевой молочной кислоты получают полилактат, который бесследно разлагается в природе.

Для технологий пищевой промышленности представляет большой интерес разработка самоочищающихся материалов, которые могут быть использованы в изготовлении технологического оборудования и посуды. После переработки древесины целлюлозу и целлобиозу с помощью ферментов можно превращать в глюкозо-фруктозный сироп, из которого получают сладости. Любопытно, что сырьем для получения указанного сиропа могут служить и бытовые отходы – бумага, картон, целлюлоза. Из сахаров с помощью ферментов получают различные кислоты – щавелевую, молочную, лимонную и другие.

В связи с сокращением запасов нефти «зеленая химия» развивается и в направлении получения биотоплива из природного растительного сырья после превращения лигноцеллюлозы и крахмала в спирт. При этом достигается двойной экологический эффект – экономится нефть, пока необходимая для органического синтеза, и получаются чистые выхлопные газы – продукты сгорания спирта. Известно, что до 70% заболеваний людей связано с токсичными выхлопными газами современных автомобилей, работающих на нефтепродуктах. В дополнение к сказанному можно отметить получение энергии из сельскохозяйственных отходов и других альтернативных энергоисточников, снижение энергоемкости химических процессов за счет сокращения стадий химического производства и использования новых катализаторов. Ну и совсем кажется невероятной задача полного исключения использования вредных веществ в химическом синтезе.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают новаторских замыслов «зеленой химии», но они наглядно свидетельствуют, что химия – наука будущего, и от ее достижений во многом будет зависеть решение проблемы и химического загрязнения окружающей среды. Задача преподавателей популяризировать достижения науки и показывать на конкретных примерах роль химии в решении экологических проблем. В этой связи представляется целесообразным наряду с фрагментарным включением в отдельные темы экологического содержания

ввести в химические дисциплины целые модули, отражающие комплексные экологические проблемы и пути их решения на междисциплинарной основе.

В материалах конференций по «зеленой химии» сделан смелый прогноз, что когда-нибудь вся химия станет «зеленой». Насколько скоро это случится, будет зависеть от тех, кто сегодня обучается в школьных кабинетах и химических лабораториях. Нацелить на это – задача современного школьного учителя и вузовского преподавателя химии. Тогда будет решена проблема химического загрязнения окружающей среды.

В экологическом образовании зачастую преобладает алармистский подход, обостряющий восприятие экологических проблем, но который может сформировать у обучающихся экофобию, а «зеленая химия» дает надежду на решение самых сложных проблем и вселяет здоровый оптимизм в молодые души, побуждает к познанию и действию.

#### Список литературы

1. Жидкин В.И., Астрадамов В.И., Ворсобина Л.И., Якунчев М.А. Основы экологии: учебник для 10–11 кл. ср. школы / под ред. В.И. Жидкина. – Саранск: Морд. кн. изд-во, 1994. – 352 с.
2. Якунчев М.А., Жидкин В.И. Уроки экологии / под ред. М.А. Якунчева. – Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1998. – 374 с.
3. Жидкин В.И. Экологический практикум: учеб. пособие. – Саранск: МО РМ. МРИПКРО, 2001. – 128 с.
4. Экологическое образование в Мордовии // Региональная система непрерывного экологического образования Республики Мордовия: материалы 3-й Республиканской научно-практической конференции, 11 апреля 2000г./МО РМ, МРИПКРО. – Саранск, 2001. – 162 с.
5. Экология: лабораторный практикум / авт.-сост. В.И. Жидкин; Саран. кооп. ин-т РУК. – Саранск, 2011. – 68 с.
6. Жидкин В.И., Семушев А.М. Экология. Загрязнение продовольственных товаров: учеб. пособие / В.И. Жидкин, А.М. Семушев; Саран. кооп. ин-т РУК. – Саранск: Принт-Издат, 2013. – 80 с.
7. Шустов С.Б., Шустова Л.В. Химия и экология: учеб. пособие для студентов естественных специальностей педвузов / под ред. проф. С.Ф. Жильцова. – Н. Новгород: Нижегородской гуманитарный центр, 1994. – 239 с.
8. Захлебный А.Н., Дзятковская Е.Н. Экологическая компетенция как новый планируемый результат экологического образования // Стандарты и мониторинг в образовании: науч.-информ. журнал. – М.: Русский журнал, 2008. – № 2. – С. 11–15.
9. Жидкин В.И., Сульдина Т.И., Секотова Т.В. Химический аспект экологии. Интеграция науки и образования: материалы Междунар. науч.-практ. копер. (Саранск 8 апр. 2010 г.); в 2 ч. / [редкол.: Б.Ф. Кевбрин (отв. ред) и др.]; Саран. кооп. ин-т РУК. – Саранск: Принт-Издат, 2010. – Ч. 2. – С. 219–221.
10. Жидкин В.И., Сульдина Т.И. Реализация идей «зеленой химии» в вузе. Кооперация в системе общественного воспроизводства: материалы Междунар. науч.-практ. копер. (Саранск 3–10 апр. 2013 г.); в 2 ч. / [редкол.: Б.Ф. Кевбрин (отв. ред) и др.]; Саран. кооп. ин-т РУК. – Саранск: Принт-Издат, 2013. – Ч. 2. – С. 217–221.

**References**

1. Zhidkin V.I., Astradamov V.I., Vorsobina L.I., Yakunchev M.A. Osnovy ekologii. Uchebnyk dlya 10-11 kl.sr.shkoly / Pod red. V.I. Zhidkina. Saransk: Mord.kn.izdvo, 1994, 352 p.
2. Yakunchev M.A., Zhidkin V.I. Uroki ekologii / Pod. red. M.A. Yakuncheva, Saransk: Mordov.kn.izdvo, 1998, 374 p.
3. Zhidkin V.I. Ekologicheskiy praktikum: ucheb.posobie.- Saransk: MO RM. MRIPKRO, 2001, 128 p.
4. Ekologicheskoe obrazovanie v Mordovii: Materialy 3y Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Regionalnaya sistema nepreryvnogo ekologicheskogo obrazovaniya Respubliki Mordoviya», 11 aprelya 2000g. MO RM, MRIPKRO, Saransk, 2001, 162 p.
5. Ekologiya: Laboratornyj praktikum. / [avt.-sost. V.I. Zhidkin]; Saran.koop.int RUK, Saransk, 2011, 68 p.
6. Zhidkin V.I., Semushev A.M. Ekologiya. Zagrzaznenie proizvodstvennykh tovarov: ucheb.posobie/ V.I. Zhidkin, A.M. Semushev; Saran.koop.int RUK, Saransk: PrintIzdat, 2013, 80 p.
7. Shustov S.B., Shustova L.V. Khimiya i ekologiya: Ucheb.posobie dlja studentov estestvennykh spetsialnostey pedvuzov / Pod red.prof. S.F. Zhiltsova, N.Novgorod: Nizhegorodskoy gumanitarnyj tsentr, 1994, 239 p.
8. Zahlebnuy A.N., Dzyatkovskaya E.N. Jekologicheskaya kompetentsiya kak novyy planiruemyy rezultat ekologicheskogo

obrazovaniya // Standarty i monitoring v obrazovanii: nauch.-inform. zhurnal. M.: Russkij zhurnal, 2008, no. 2, pp. 11–15.

9. Zhidkin V.I., Suldina T.I., Sekotova T.V. Khimicheskij aspekt ekologii. Integratsiya nauki i obrazovaniya: materialy Mezhdunar.nauch.-prakt.koper. (Saransk, 8 apr.2010g.); v 2ch / [redkol.: B.F. Kevbrin (otv.red) i dr.]; Saran.koop.int RUK, Saransk: PrintIzdat, 2010, Ch. 2. pp. 219–221.

10. Zhidkin V.I., Suldina T.I. Realizatsiya idey «zeleynoy khimii» v vuze. Kooperatsiya v sisteme obshhestvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunar.nauch.-prakt.koper. (Saransk 3–10 apr.2013g.); v 2ch / [redkol.: B.F. Kevbrin (otv.red) i dr.]; Saran.koop.int RUK, Saransk: PrintIzdat, 2013, Ch. 2. pp. 217–221.

**Рецензенты:**

Якунчев М.А., д.п.н., профессор кафедры зоологии, экологии и методики обучения биологии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», г. Саранск;

Васин В.А., д.х.н., профессор, зав. кафедрой органической химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», г. Саранск.

Работа поступила в редакцию 06.03.2014.