

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ ТОКСИКОЛОГИИ ПРИ
ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРАНТОВ ПО ПРОГРАММЕ «ЕСТЕСТВЕННО-
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»**

Сутягин А.А., Лисун Н.М., Меньшиков В.В., Малаев А.В.

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, 454074, г.
Челябинск, ул. Бажова, 46А, кафедра химии, экологии и методики обучения химии,
8-351-210-54-32, sandrey0507@mail.ru*

Резюме. В статье рассмотрены особенности формирования понятий токсикологии при обучении магистров, профессиональная деятельность которых связана с преподаванием дисциплин естественнонаучной направленности. Показана роль этих понятий в реализации здоровьесберегающих образовательных технологий.

Ключевые слова: здоровьесбережение, содержание образования, токсикологические понятия, персистирование, токсикант, элиминирование

**FEATURES OF THE FORMATION OF THE CONCEPTS OF TOXICOLOGY IN THE
PREPARATION OF UNDERGRADUATES IN THE PROGRAM "NATURAL-
GEOGRAPHICAL EDUCATION"**

Sutyagin A.A., Lisun N.M., Menshikov V.V., Malaev A.V.

*Federal State-Financed Educational Institution of Higher Education
"South-Ural State Humanitarian Pedagogical University"*

Abstract. The article discusses the features of the formation of the concepts of toxicology in the training of masters, whose professional activity is associated with the teaching of disciplines of natural science. The role of these concepts in the implementation of health-saving educational technologies is shown.

Key words: health conservation, education content, toxicological concepts, persistence, toxicant, elimination

Введение.

Вопрос экологизации давно проник во все области современного образования, но, несмотря на это, он требует постоянного рассмотрения и актуализации. В этом плане важнейшую роль сохраняют дисциплины естественнонаучной направленности (физика,

химия, биология), а также такие социально направленные дисциплины, как география. Выступая в качестве носителя естественных знаний, они становятся основой для проникновения экологического материала во все сферы жизни человека, в том числе, в любой образовательный раздел. Знание о веществе, его свойствах, роли в жизни человека и формировании общества, а также об опасности вещества является ключевым в формировании целостного мировоззрения образованного человека. Он должен не только ясно представлять возможности использования применяемых в быту и технике соединений, но и их потенциальную угрозу, необходимость аккуратного обращения с веществом для обеспечения собственной безопасности и безопасности окружающих. В связи с этим, изучение понятий токсикологии выступает в качестве необходимости при подготовке учителей естественнонаучной направленности, а в особенности – магистров, чья профессиональная деятельность будет направлена на работу в старшем звене школы, а также в системе среднего профессионального образования, а возможно – в вузах.

Необходимость включения понятий токсикологии в образовательный процесс подготовки магистрантов определяется требованиями Федеральных образовательных стандартов (ФГОС) для разных ступеней образования, а также Профессиональным стандартом педагога. Так, ФГОС основного общего образования и среднего общего образования в качестве требований к личностным результатам освоения программы отмечают необходимость формирования у обучающихся ценности здорового и безопасного образа жизни, усвоение правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях, угрожающих жизни и здоровью людей, формирование основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях. С позиции ФГОС изучение предметной области «Естественнонаучные предметы» должно обеспечить овладение экосистемной познавательной моделью и ее применение в целях прогноза экологических рисков для здоровья людей, безопасности жизни, качества окружающей среды. Изучение географии направлено на формирование умений и навыков использования географических знаний в повседневной жизни для самостоятельного оценивания уровня безопасности окружающей среды, адаптации к условиям территории проживания, соблюдения мер безопасности в случае природных стихийных бедствий и техногенных катастроф, умений и навыков безопасного и экологически целесообразного поведения в окружающей среде.

Одним из основных документов, определяющих требования к подготовке современного учителя, выступает Профессиональный стандарт педагога. В нем декларируется необходимость развития у учителя навыков такого трудового действия, как формирование у обучающихся культуры здорового и безопасного образа жизни, что требует глубоких знаний правил по охране труда и требований к безопасности образовательной среды.

Таким образом, обеспечение подготовки учителя, соответствующего требованиям современных стандартов возможно только при включении в образовательный процесс знаний о способах обеспечения безопасности образовательной среды. Так как учителя естественнонаучной направленности используют в образовательном процессе разнообразные химические соединения, в том числе, и токсичные, развитие ключевых понятий токсикологии должно выступать с качестве одного из важнейших направлений, способствующих формированию компетентного учителя, способного обеспечить безопасность обучающихся.

Целью данной работы является демонстрация подходов к развитию основных понятий токсикологии при изучении отдельных предметов, предусмотренных учебным планом подготовки магистров направления «Педагогическое образование» профильной направленности «Естественно-географическое образование».

Материалы работы.

Целью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Естественно-географическое образование», реализуемой на базе ЮУрГГПУ, является формирование общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС, необходимых для подготовки выпускника к педагогической, научно-исследовательской, проектной и методической деятельности, формирование высоконравственных качеств личности, способной к творческой деятельности. ОПОП должна обеспечить подготовку высококвалифицированных, социально активных кадров, способных эффективно работать в образовательной сфере; интеллектуальное, культурное, нравственное развитие личности на основе фундаментальности образования.

Формирование ключевых компетенций, на формирование которых направлена ОПОП, предполагает развитие у магистранта системы знаний, умений и владений, связанных, в том числе, с областью токсикологии. Так, магистр должен знать основные виды загрязнений окружающей среды и пути их возникновения, состав, свойства и

механизмы воздействия основных загрязнителей биосферы, их содержание и пути поступления в объекты окружающей среды. Среди формируемых умений следует выделить применение химических, биологических и географических знаний для объяснения и решения проблем сосуществования природы и общества, использование их для комплексной оценки природных и природно-техногенных систем, а также умение анализировать данные мониторинговых исследований в рамках исследовательской работы обучающихся. Выпускник магистратуры в процессе обучения должен овладеть навыками моделирования процессов в окружающей среде и причинно-следственным анализом последствий принятия решений в области экологической безопасности, современными технологиями оценки общих и специфических закономерностей развития и функционирования биологических систем [6].

Анализ учебного плана подготовки магистров профиля «Естественно-географическое образование» позволяет выделить ряд дисциплин, содержание которых может быть направлено на раскрытие основных понятий токсикологии:

- Учение об окружающей среде (1 семестр);
- Основы экотоксикологии (3 семестр);
- Актуальные вопросы биологической химии (3 семестр);
- Механизмы адаптации к факторам внешней среды в процессе онтогенеза человека (4 семестр);
- Комплексный подход к изучению природных экосистем (4 семестр);
- Зеленая химия в контексте устойчивого развития (4 семестр).

Последовательное внесение в содержание данных дисциплин отдельных понятий токсикологии, а также конкретизация этих понятий в каждой последующей дисциплине способствует формированию общих представлений о токсикологии, необходимых для включения в школьный образовательный процесс.

Обсуждение результатов.

Дисциплина «Учение об окружающей среде» выступает в качестве базовой основы при изучении токсикологических понятий. В рамках ее изучения рассматриваются основные закономерности формирования состава компонентов среды, в том числе, с позиции химических превращений. Так, при изучении химического состава атмосферы большое внимание уделяется такому понятию, как время нахождения вещества в атмосфере. Вещества с большим временем пребывания будут накапливаться в окружающей среде, распространяться в ней, и можно ожидать их равномерной концентрации по территории всего земного шара. Токсиканты, как правило,

характеризуются коротким временем пребывания в атмосфере, поэтому локализуются в высоких концентрациях на территориях, близких к источнику эмиссии. При этом, подробно разбираются пути выведения токсикантов из атмосферы: адсорбция, осаждение, химическое взаимодействие. Из последних вариантов элиминирования особую роль следует уделить химическим превращениям, при которых возможны два пути: 1) превращение вещества из менее токсичного в более токсичное; 2) детоксикация вещества за счет связывания или перехода в практически нетоксичную форму) [4]. Таким образом, через изучение путей поступления токсикантов в окружающую среду и их превращений формируется основа для развития важнейших токсикологических понятий: персистирование и элиминирование токсикантов.

Другим важным вопросом, рассматриваемым в данном разделе, являются особенности накопления химических элементов живым веществом из окружающей среды. Так, перед студентами ставится вопрос:

Почему живой организм в качестве биогенных элементов в больших количествах содержит углерод, азот, серу, но не накапливает их электронные аналоги: олово, мышьяк, селен?

Анализируя свойства химических элементов, студент приходит к выводу, что внутри одной группы периодической системы Д.И. Менделеева происходит возрастание токсичности химических элементов, а их накопление живым веществом снижается.

Другой вопрос, на который должны ответить студенты:

Почему элементы, кларки которых в литосфере высокие (кремний, железо, алюминий) в малых количествах содержатся в живом веществе, а менее распространенные элементы, такие как фосфор и сера, выступают как макроэлементы живого вещества?

Ответ на этот вопрос раскрывает понятие о биодоступности, т.е. поступлении элементов в живой организм в водорастворимых или газообразных формах, доступных биологической системе.

Наиболее подробно понятия токсикологии раскрываются в рамках дисциплины «Основы экотоксикологии». Изучение дисциплины начинается с понятия токсичности вещества, вытекающего из определения Парацельса «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости». Но, принимая данный постулат, студент должен понимать разницу между понятиями «токсичность вещества» и «опасность вещества». Любое вещество опасно, но не любое может рассматриваться в качестве токсиканта. Например, долгоживущие радионуклиды ^{90}Sr и ^{137}Cs , представляя высокую опасность, не являются токсикантами.

Несмотря на то, что их поведение в окружающей среде во многом близко тяжелым металлам, их поражающий эффект обусловлен не химическим взаимодействием в организме, а эффектом радиационного излучения.

В данном разделе через понятие «токсикант» студент приходит к представлению об экотоксикантах — веществах, оказывающих отравляющее воздействие не только на отдельные организмы, а на экосистему в целом [3]. Отправным вопросом в данном случае выступает задача:

Синильная кислота и угарный газ — токсичные вещества, которые не рассматриваются в качестве экотоксикантов. Тяжелые металлы, оказывающие токсичное воздействие в больших концентрациях, выступают в качестве экотоксикантов. Почему?

Отвечая на поставленный вопрос, студент приходит к выводу, что не любой яд, оказывая воздействие на конкретный организм, будет губительно действовать на экосистему. Наибольшее экологическое воздействие оказывают токсиканты, длительно персистирующие в окружающей среде, либо быстро элиминирующиеся из нее, но в процессе превращений образующие экотоксичные формы с длительным временем персистирования. Так, синильная кислота или угарный газ — летучие соединения, быстро распространяющиеся в пространстве, при этом происходит разбавление, и токсикант не оказывает глобального воздействия при прекращении выброса. Тяжелые металлы, поступая в окружающую среду, будут накапливаться в ней и существовать длительное время. Достигая опасных концентраций, они могут оказывать воздействие не на отдельные организмы, а на экосистему в целом [1].

В рамках изучения данного курса студенты знакомятся со свойствами наиболее распространенных токсикантов и экотоксикантов, поступающих в окружающую среду, с путями их поступления, поведением и токсическими эффектами. Основным результатом изучения курса является формирование представлений о том, что токсичность вещества определяется, прежде всего, зависимостью «доза — эффект», а экотоксичность — персистированием вещества в среде и путями его элиминирования.

В дальнейшем при изучении дисциплины «Актуальные вопросы биологической химии» студенты рассматривают механизмы токсикации, реализующиеся на биохимическом уровне, роль ферментативных систем в формировании токсического эффекта и детоксикации. В этом же разделе подробно рассматривается действие антидотов и пути снижения токсического воздействия, реализующиеся на биохимическом и генетическом уровне. Углубление этих представлений происходит в рамках дисциплины

«Механизмы адаптации к факторам внешней среды в процессе онтогенеза человека», где студент подробно знакомится с реализацией приспособленческих эффектов, возникновению толерантности и резистентности к токсикантам.

Дисциплина «Комплексный подход к изучению природных экосистем» подробно рассматривает вопросы формирования ксенобиотического профиля среды с учетом форм нахождения поллютантов в окружающей среде, их миграции, связывания и высвобождения под влиянием различных факторов. Здесь происходит расширение и конкретизация понятий персистирования и элиминирования поллютантов под влиянием физических, химических, биологических и географических факторов среды, в результате чего токсичность формируется как комплексное междисциплинарное понятие, проявляющееся в итоге на биосферном уровне.

Заключительным этапом изучения токсикологических понятий на данном уровне образования выступает факультатив «Зеленая химия в контексте устойчивого развития». Это современное направление химии, отраженное в виде 12 принципов П. Анастаса и Д. Уорнера, позволяет разрабатывать методы снижения токсического воздействия на окружающую среду со стороны человека. В данном случае речь идет о замене в производственных процессах токсичных веществ нетоксичными, что можно достичь с использованием катализаторов, особенно, ферментов. Зеленая химия предполагает и возможность использования токсичных веществ, но при реализации подходов, позволяющих снижать токсический эффект. Классическим примером снижения токсического воздействия является применение метода инкапсулирования лекарственных препаратов, способствующего точечной доставке лекарства, а также его медленному дозированному выведению в организм из капсулы, что снижает возможность острого отравления. Применение удобрений и пестицидов также возможно в капсулированной и гранулированной формах. Подходы зеленой химии говорят о возможностях расширения хозяйственного потенциала путем использования загрязненных почв (например, тяжелыми металлами), на которых проведены соответствующие мелиоративные мероприятия: внесение фосфорных удобрений и органического вещества способствуют связыванию поллютанта и переводу его в форму, обладающую меньшей экотоксичностью [2].

Подходы зеленой химии раскрывают важнейший аспект токсикологии, связанный с согласованным действием при производстве и использовании токсикантов. Токсикологическая опасность вещества должна быть учтена уже на стадии планирования получения вещества, а для этого необходимо точно знать его назначение, что позволит

учесть побочные эффекты и последствия превращений вещества для обоснования возможности его использования в данной области [5].

Заключение.

Формирование у магистрантов основных токсикологических понятий даст возможность их применения в дальнейшей профессиональной деятельности. Включение в образовательный процесс школы вопросов токсикологии способствует организации здоровьесберегающей деятельности, формированию у школьников представлений не столько об опасности химических веществ, сколько о необходимости грамотного и осторожного обращения с ними. Из системы школьного образования невозможно изъять химические соединения. Это неизбежно приведет к крушению школьного эксперимента и падению качества усвоения знаний. Отсутствие первичных экспериментальных навыков может привести к опасности столкновения с веществом в практической деятельности, а неумелое обращение с ним – к трагическим последствиям. В результате представления о токсикологии, которыми овладеет учитель, становятся основой здоровьесберегающих технологий, реализуемых в школьном образовании, что в дальнейшем может способствовать подготовке грамотных специалистов в области токсикологии.

Литература

1. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования. Н. Новгород: НГСХА, 2005. 164 с.
2. Жидкин В.И., Сульдина Т.И. Экологический подход в преподавании химии на основе идей «зеленой химии» / Фундаментальные исследования. 2014. № 3-4. С. 822-826.
3. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. М.: КолосС, 2006. 232 с.
4. Кукин П.П., Пономарев Н.Л., Таранцева К.Р. Основы токсикологии. М.: Высшая школа. Абрис, 2012. 279 с.
5. Негробов О.П., Козлов А.Т., Глумной А.В., Негробов С.О., Маслова О.О., Чурсина М.А., Кашников В.И. Экологическая токсикология. Воронеж: ВАИУ, 2011. 176 с.
6. Сутягин А.А., Меньшиков В.В., Карпенко И.Г., Гаранина Н.С., Манжукова Л.Ф., Сычев В.А. Экологическое содержание как инструмент подготовки будущего учителя химии / Школа будущего. 2019. № 4. С. 88-97.

References

1. Dabahov V.A., Dabahova E.V., Titova V.I. Heavy metals: ecotoxicology and rationing problems. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod Agricultural Academy, 2005. 164 p. [In Russian].
2. Zhidkin V.I., Suldina T.I. Ecological approach in teaching chemistry based on the ideas of "green chemistry". Fundamentalnie issledovaniya = Basic research. 2014. №3-4. p.822-826. [In Russian].
3. Kaplin V.G. Basics of ecotoxicology. Moscow: KolosS, 2006. 232 p. [In Russian].
4. Kukin P.P., Ponomarev N.L., Tarantseva K.R. Basics of toxicology. Moscow: Visshaya shkola. Abris, 2012. 279 p. [In Russian].
5. Negrobov O.P., Kozlov A.T., Glumnoi A.V., Negrobov S.O., Maslova O.O., Chursina M.A., Kashnikov V.I. Environmental toxicology. Voroneg: Military aviation engineering university, 2011. 176 p. [In Russian].
6. Sutyagin A.A., Menshikov V.V., Karpenko I.G., Garanina N.S., Manzhukova L.F., Sychev V.A. Environmental content as a tool for preparing a future chemistry teacher. Shkola budushchego = School of the future. 2009. №4. P.88-97. [In Russian].