

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Е. Н. Науменко

Экологическая токсикология

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Калининград
2025

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» Е.А. Масюткина

Науменко, Е. Н. Экологическая токсикология: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направлению подгот. 05.03.06 Экология и природопользование / **Е. Н. Науменко.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 17 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Экологическая токсикология» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля.

Табл. 2, список лит. – 8 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «25» апреля 2025 г., протокол № 4

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Науменко Е. Н., 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ.....	7
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ.....	9
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС.....	11
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	16

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование по дисциплине «Экологическая токсикология». Дисциплина относится к профессиональному модулю части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

Дисциплина «Экологическая токсикология» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к владению знаниями в области воздействия токсических веществ на экосистемы, проблемы токсического загрязнения окружающей среды.

Целью освоения дисциплины является изучение источников загрязнения природной среды, основных классов поллютантов и их биологических эффектов для сохранения биологического разнообразия.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных понятий токсикологии и экотоксикологии;
- формирование знаний о природных и антропогенных токсинах, их поведении и трансформации в различных средах и живых организмах, токсических эффектах и роли в жизни биосферы;
- получение представлений о методах контроля и оценки токсических эффектов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- уровни допустимого негативного воздействия на окружающую среду основных классов поллютантов;
- основные группы экотоксикантов и процессы, происходящие с поллютант;

уметь:

- выбирать методы определения токсических веществ в объектах окружающей среды;
- выполнять поиск методических материалов по установлению нормативных уровней допустимого негативного воздействия на окружающую среду в электронных справочных системах и библиотеках;

владеть:

- способами оценки токсикологической информации.

Студенты, приступающие к изучению данной дисциплины, для успешного ее освоения должны иметь представления об основных процессах, протекающих в экосистемах, знать особенности влияния различных загрязняющих веществ на экосистемы, знать основные принципы законодательной базы по охране окружающей среды от негативного воздействия хозяйственной деятельности человека.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки обучающихся, полученные при освоении программы бакалавриата, и

компетенций, полученных при изучении таких дисциплин как «Химия», «Экология».

Дисциплина «Экологическая токсикология» является базой для получения знаний и умений при написании ВКР и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется через систему защиты лабораторных работ и выполнения тестов, которые используются для оценки освоения всех тем дисциплины студентами.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена. Критерием допуска до экзамена является выполнение всех лабораторных работ, и их успешная защита.

Система оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации включает в себя системы критериев: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично (табл. 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки (специальности); дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; условия допуска к зачету, критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);

основной части, которая содержит методические рекомендации к занятиям; тематический план лекционных занятий;

заключения;

списка рекомендованных источников.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ

Дисциплина «Экологическая токсикология» изучается студентами на четвертом курсе. Экологическая токсикология или экотоксикология – это междисциплинарное научное направление, изучающее токсические эффекты химических веществ на живые организмы и биоценозы, входящие в состав экосистем. Наука эта сравнительно молодая. Её главной задачей является не защита конкретного индивидуума, а сохранение функций и многообразия экосистем. В основе экотоксикологии лежит экологическая химия, которую студенты не изучают. Поэтому при изучении собственно экотоксикологии привлекаются знания, полученные студентами ранее при изучении химических и биологических дисциплин.

На вводной лекции студенты знакомятся со временем и причинах появления данной науки, о её целях и задачах, об отличии экотоксикологии от классической токсикологии и дают основы понятийного аппарата, без которого они не смогут понимать лекции. Обращается внимание студентов на современное определение науки токсикологии и почему нежелательно использовать термин «яд».

На лекциях затрагиваются следующие основные вопросы. Поведение химических веществ в абиотической среде. Так как основные типы химических реакций студенты уже изучали, то на лекциях главное внимание уделяется превращениям в ходе подобных реакций основных групп химикатов, а также рассматриваются реакции, существенные для понимания процессов детоксикации и самоочищения (например, фотоминерализация). Затем переходят к рассмотрению метаболизма токсикантов. Отдельно рассматривают экокхимические процессы по компартментам (в атмосфере, гидросфере, почвах и донных отложениях). Необходимо затронуть и очень сложный вопрос взаимодействия химикатов друг с другом.

Так как химических веществ (особенно органических) науке уже известно несколько миллионов, то понятно, что рассмотреть их все невозможно. Поэтому на лекциях внимание уделяют лишь наиболее распространённым и опасным группам токсикантов (ПАУ, ХОП, тяжёлые металлы, диоксины, нефть и нефтепродукты и т.д.). Отдельной темой являются радиоактивные вещества. Более подробно её можно рассмотреть на примере радона, тем более, что это позволяет изучить проблемы экотоксикологии применительно к человеку. Разумеется, нельзя обойти вниманием и тему определения токсических веществ в объектах окружающей среды. Здесь основное внимание стоит уделить биологическим методам контроля. Систему ПДК и глобальные экологические проблемы лучше оставить для обсуждения на семинарских занятиях.

Лабораторные занятия, во время которых студенты знакомятся с

правилами проведения токсикологических экспериментов. Студенты должны уметь провести экспертизу окружающей среды на токсиканты, выявить реакцию живых организмов (растений и животных) на различные виды токсических веществ. При проведении лабораторных работ используются живые культуры беспозвоночных и рыб. При защите лабораторных работ необходимо правильно ответить на вопросы.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Основные понятия экотоксикологии. Меры токсичности веществ. Летальные дозы и концентрации, эффективность дозы и концентрации, предельно-допустимые концентрации, пороговые концентрации.

Тема 2. Основные классы загрязняющих веществ. Поведение химикатов и ксенобиотиков в окружающей среде. Экохимические процессы в атмосфере, гидросфере и почве. Кумуляционный эффект.

Тема 3. Особо опасные токсиканты: эссенциальные и неэссенциальные металлы и металлоиды. Факторы, влияющие на их токсичность.

Тема 4. Полиароматические углеводороды и хлорорганические экотоксиканты. Воздействие их на живые организмы. Механизмы метаболизма органических ксенобиотиков в окружающей среде.

Тема 5. Механизмы самоочищения водоемов и мониторинг их состояния. Основные способы защиты водоемов от загрязнений, ограничительные меры. Очистные сооружения. Биологическая очистка сточных вод. Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды. Биофильтры.

Тема 6. Методы определения ПДК токсикантов в водоемах. Санитарно-гигиенические ПДК. Эколого-рыбохозяйственные ПДК. Основные принципы установления эколого-рыбохозяйственных ПДК. Критика системы ПДК.

Тема 7. Метаболизм токсичных веществ в организме. Главный адаптационный синдром. Повреждения основных органов и тканей. Детоксикация.

Тема 8. Радиоактивное загрязнение. Источники загрязнения, стадии радиоактивного повреждения живых организмов. Методы борьбы с радиоактивным загрязнением.

Тема 9. Методы определения токсических веществ в объектах окружающей среды. Физиологические методы, приборные методы. Экологический мониторинг.

Тема 10. Популяционная экотоксикология. Адаптивные перестройки стратегии жизненного цикла в условиях хронического загрязнения.

Тема 11. Проблема экологической нормы. Этапы развития представлений о норме. Экологическая регламентация. Пути решения проблемы допустимых токсических нагрузок. Устойчивость биологических систем к условиям техногенно-нарушенной среде.

Тема 12. «Доза-эффект» зависимость. Эпидемиологический подход к «доза-эффект» зависимости. Надорганизменный характер «доза-эффект» зависимости. Фазность «доза-эффект» зависимости.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС

Осваивая курс «Экологическая токсикология», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных работах, ЭИОС и организовывать самостоятельную работу.

Интерактивная форма обучения в виде работы студента в ЭИОС позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При подготовке к работе в ЭИОС студентам необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в поиске новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с темой лабораторного занятия.

Во время выполнения данного вида работ студент взаимодействует с преподавателями через ЭИОС, выполняя задания. Данный вид занятий позволяет студентам углубить теоретические знания, полученные на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Возможной формой работы в ЭИОС при изучении дисциплины «Экологическая токсикология» являются выполнение конкретных заданий, представленных в ЭИОС.

Подготовка к данному виду работ по дисциплине «Экологическая токсикология» включает написание развернутого ответа, основанного на проработке литературных и электронных источников и указанием данных источников.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ЭИОС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема 3. Особо опасные токсиканты: свинец, кадмий, алюминий.

Тема 5. Биологическая очистка сточных вод.

Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды.

Тема 9. Приборные методы определения токсических веществ.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Необходимым этапом освоения дисциплины у студентов заочной формы обучения является выполнение заданий контрольной работы. Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Вариант задания выбирается по номеру зачетной книжки студента (таблица 2).

Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на доработку. Защита проводится в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 1.

ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Цель и задачи дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Основные понятия экотоксикологии.
4. Экологический мониторинг.
5. Основные классы загрязняющих веществ.
6. Поведение химикатов в окружающей среде.
7. Поведение ксенобиотиков в окружающей среде
8. Кумуляционный эффект.
9. Особо опасные токсиканты.
10. Классификация загрязнений.
11. Химическое загрязнение.
12. Физическое загрязнение.
13. Эссенциальные металлы и металлоиды.
14. Неэссенциальные металлы и металлоиды.
15. Факторы, влияющие на токсичность тяжелых металлов
16. Полиароматические углеводороды и их воздействие на живые организмы
17. Хлорорганические экотоксиканты и их воздействие на живые организмы
18. Токсины и токсиканты и их воздействие на живые организмы
19. Механизмы самоочищения водоемов и мониторинг их состояния.
Основные способы защиты водоемов от загрязнений.
20. Очистные сооружения.
21. Биологическая очистка сточных вод.
22. Биофильтры.
23. Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды.
24. Методы определения ПДК токсикантов в водоемах.

25. Санитарно-гигиенические ПДК.
26. Эколого-рыбохозяйственные ПДК.
27. Основные принципы установления эколого-рыбохозяйственных ПДК. Критика системы ПДК.
28. Метаболизм токсичных веществ в организме.
29. Главный адаптационный синдром.
30. Повреждения основных органов и тканей.
31. Детоксикация.
32. Радиоактивное загрязнение.
33. Источники радиоактивного загрязнения,
34. Стадии радиоактивного повреждения живых организмов.
35. Методы борьбы с радиоактивным загрязнением.
36. Адаптивные перестройки стратегии жизненного цикла в условиях хронического загрязнения.
37. Проблема экологической нормы.
38. Этапы развития представлений о норме.
39. Экологическая регламентация.
40. Пути решения проблемы допустимых токсических нагрузок.
41. Устойчивость биологических систем к условиям техногенно нарушенной среде.
42. Стабильность биологических систем.
43. «Доза-эффект» зависимость.
44. Эпидемиологический подход к «доза-эффект» зависимости.
45. Надорганизменный характер «доза-эффект» зависимости.

Таблица 2 – Варианты заданий для контрольной работы

[illegible]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате освоения дисциплины «Экологическая токсикология» у студента формируются знания о теоретических основах экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологического менеджмента и аудита, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, основ техногенных систем и экологического риска.

Студент приобретает навыки и знания в области воздействия токсических веществ на экосистемы, проблемы токсического загрязнения окружающей среды, анализа первичных данных и их интерпретацию, а также навыками разработки мероприятий, направленных на сохранение биологических ресурсов и среды их обитания.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Акатьева, Т. Г. Экологическая токсикология: учебник / Т. Г. Акатьева. – Тюмень: Изд-во ГАУ Северного Зауралья, 2021. – 390 с.
2. Котельцев, С.В. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем/ С.В. Котельцев, Д.Н. Маторин, А.П. Садчиков. – Москва: Изд-во НИЦ ИНФРА-М, 2023. – 252 с.

Дополнительная литература:

1. Батян, А.И. Основы общей и экологической токсикологии: учеб. пособие / А. Н. Батян, Г. Т. Фрумин, В. Н. Базылев. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2009. - 351 с.
2. Исидоров, В.А. Введение в химическую экотоксикологию: учеб. пособие / В. А. Исидоров. – Санкт-Петербург: Химиздат, 1999. – 143 с.
3. Исидоров, В.А. Экологическая химия: учеб. пособие / В. А. Исидоров. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2001. – 303 с.
4. Кораблева, А.И. Введение в экологическую токсикологию / А. И. Кораблева, Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь. – Днепропетровск: Центр экономического образования, 2001. – 308 с.
5. Фрумин, Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология: учеб. пособие / Г. Т. Фрумин. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2002. – 202 с.
6. Кадермас, И. Г. Экологическая токсикология: учебное пособие / И. Г. Кадермас, А. В. Синдирева. – Омск: Омский ГАУ, 2022. – 80 с.

Локальный электронный методический материал

Елена Николаевна Науменко

Экологическая токсикология

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. л. 1,1. Печ. л. 1,1.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1