



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.В.Л.КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании Ученого совета БИН РАН  
протокол № 8 от «01» июня 2015

Директор БИН РАН,

д.б.н., проф.

В.Т.Ярмишко



**Рабочая программа дисциплины (Б1.В.ДВ.2.1)  
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ»**

по направлению подготовки кадров высшей квалификации –  
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**06.06.01 Биологические науки**

профиль 03.02.08 - «Экология (в биологии)»

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина «Экологическая токсикология» входит в вариативную часть ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.08 – «Экология (в биологии)».

2.2. Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по общей экологии, экологии растений, ботанике, биохимии, физиологии и биологии животных, микологии в объеме программ высшего профессионального образования.

2.3. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 03.02.08 – «Экология (в биологии)».

**3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины «Экологическая токсикология» направлено на формирование следующих компетенций: **Универсальные компетенции** (УК) по направлению 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.08 - «Экология (в биологии)»:

Санкт-Петербург

2015

*Составитель рабочей программы:*

*Лянгузова Ирина Владимировна, д.б.н., в.н.с. лаб. Экологии растительных сообществ БИН РАН*

ДИСЦИПЛИНА «Экологическая токсикология»

Профиль: 03.02.08 – «Экология (в биологии)»

Цикл дисциплин (по учебному плану): Б1.В.ДВ.2.1

Курс: 2 курс

Трудоёмкость в ЗЕТ - 3

Трудоёмкость в часах - 108

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Рабочая программа дисциплины «Экологическая токсикология» (Б1.В.ДВ.2.1) разработана на основе паспорта научной специальности 03.02.08 – «Экология (в биологии)» и составлена на основании Федеральных государственных образовательных стандартов основных образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 06.06.01 Биологические науки, в соответствии с учебным планом подготовки аспирантов в БИН РАН и с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 – «Экология (в биологии)».

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цели изучения дисциплины «Экологическая токсикология»:**

- углубить и систематизировать фундаментальные знания аспирантов по различным разделам экологической токсикологии;
- расширить знания аспирантов о современных проблемах в области энвиронментологии;

**Задачи изучения дисциплины:**

- сформировать представление о спектре современных методов исследования компонентов окружающей среды;
- подготовить аспирантов к использованию полученных знаний при осуществлении собственных исследований в области экологии и энвиронментологии.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Учебная дисциплина «Экологическая токсикология» входит в вариативную часть ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.08 - «Экология (в биологии)».

2.2. Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по общей экологии, экологии растений, ботанике, биогеоценологии, физиологии и биохимии растений, микологии в объеме программы высшего профессионального образования.

2.3. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 03.02.08 – «Экология (в биологии)».

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины «Экологическая токсикология» направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению 06.06.01 Биологические науки, профили: 03.02.08 - «Экология (в биологии)».

#### **3.1. Универсальные компетенции**

-

#### **3.2. Общепрофессиональные компетенции:**

### 3.3. Профессиональные компетенции:

- способность к созданию нового знания в сфере общей и прикладной экологии на основе - готовность использовать полученные знания в области биологических наук, соответствующей избранному профилю обучения, для решения собственных исследовательских задач, включая постановку проблемы, формирование целей, выбора методов исследования и проведения анализа (ПК-2).

#### По окончании изучения дисциплины аспиранты должны

##### знать:

- знать об основных законах взаимодействия растительных организмов со средой обитания;

##### уметь:

- самостоятельно приобретать новые знания и формировать суждения по современным научным проблемам экологической токсикологии и энвиронментологии, используя современные образовательные и информационные технологии;

##### владеть:

- представлением о диапазоне возможностей современных методов исследований в области экологической токсикологии и энвиронментологии при постановке и решении задач собственных исследований.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Приводимая ниже таблица показывает распределение бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса согласно учебному плану.

Форма обучения — очная, заочная, 2-й год аспирантуры; вид отчетности — зачёт

| Вид учебной работы                                      | Объем часов | Объем зачетных единиц |
|---|-------------|-----------------------|
| Трудоемкость изучения дисциплины                        | 108         | 3                     |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> | <b>18</b>   | <b>0,5</b>            |
| в том числе:  |             |                       |
| -лекции   | 18          | 0,5                   |
| -семинары   | 0           |                       |
| -практические занятия                                   | 0           |                       |
| <b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>         | <b>90</b>   | <b>2,5</b>            |
| в том числе:  |             |                       |
| -Подготовка к практическим занятиям                     | 0           |                       |

|   |     |   |
|---|-----|---|
| -Подготовка реферата                                    | 72  | 2 |
| -Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку | 108 | 3 |

#### 4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы

|   | Название раздела дисциплины  | Объем часов         |                        |
|---|--|---------------------|------------------------|
|   |  | лекции              | самостоятельная работа |
| 1 | <b>Экологическая токсикология в системе биологических наук</b>                 | 1                   | 5                      |
| 2 | <b>Индикация загрязнения окружающей среды</b>                                  | 1                   | 5                      |
| 3 | <b>Воздействие аэротехногенного загрязнения на почвы</b>                       | 3                   | 15                     |
| 4 | <b>Методы экотоксикологических исследований</b>                                | 4                   | 20                     |
| 5 | <b>Аккумуляция тяжелых металлов растительными организмами</b>                  | 3                   | 15                     |
| 6 | <b>Тяжелые металлы в системе почва–растение</b>                                | 3                   | 15                     |
| 7 | <b>Семенное возобновление растений в условиях аэротехногенного загрязнения</b> | 3                   | 15                     |
|   | <b>Итого:</b>  | <b>18 (0,5 ЗЕТ)</b> | <b>90 (2,5 ЗЕТ)</b>    |

#### 4.3. Содержание лекционных занятий.

##### **Тема 1. Экологическая токсикология в системе биологических наук**

Предмет экологической токсикологии. Основные термины и понятия. Объекты изучения. Особенности биологических систем. Уровни организации биологических систем. Место экологической токсикологии в системе биологических наук.

Проблема экологической нормы. Фоновые содержания химических элементов в объектах окружающей среды (воздух, вода, почва, растения). Зависимость «доза–эффект». Нормирование экологической нагрузки. Пределы толерантности.

##### **Тема 2. Индикация загрязнения окружающей среды**

Классификация типов загрязнения окружающей среды и его источники. Дистанционные методы (многоканальное воздушное спектрометрирование, аэрофотосъемка, космическая съемка). Химический анализ объектов окружающей среды (воздух, вода, почва, растения). Биоиндикация (выбор объекта, индикаторные виды растений, брио- и лишеноиндикация). Визуально наблюдаемые повреждения растений (морфологические и физиологические показатели).

##### **Тема 3. Воздействие аэротехногенного загрязнения на почвы**

Почва – компонент экосистемы. Классификация почв. Морфологическое строение почвенного профиля. Основные физико-химические свойства почвы. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах. Подвижные формы тяжелых металлов, их доступность для растений. Накопление и трансформация загрязнителей, их миграция по почвенному профилю. Закрепление тяжелых металлов органическими веществами почвы. Способность почвы к самоочищению.

#### **Тема 4. Методы экотоксикологических исследований**

Рекогносцировочное обследование загрязненной территории, выделение фоновых (незагрязненных) районов. Маршрутные и стационарные методы изучения растительных сообществ. Выбор и закладка постоянных пробных площадей. Отбор проб почвы и растений. Пробоподготовка почв и растений к химическому анализу. Обзор методов химического анализа объектов окружающей среды. Статистическая обработка результатов. Сравнительный анализ результатов (ПДК, кларки, региональный фон и пр.).

Лабораторные, вегетационные, полевые эксперименты. Цели и задачи. Постановка эксперимента. Достоинства и недостатки экспериментальных методов. Морфометрические показатели. Физиологические показатели. Оценка накопления токсических веществ.

#### **Тема 5. Аккумуляция тяжелых металлов растительными организмами**

Физиологическая роль микроэлементов в жизнедеятельности растений. Влияние тяжелых металлов на физиологические процессы. Чувствительность, толерантность и устойчивость к тяжелым металлам. Химическая природа тяжелых металлов и их способность к накоплению растительными организмами. Особенности аккумуляции тяжелых металлов цветковыми растениями, мохообразными, лишайниками. Индикационные способности растительных организмов. Выбор индикаторных видов для диагностики загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.

#### **Тема 6. Тяжелые металлы в системе почва–растение**

Содержание токсических веществ в компонентах биоты – важнейший показатель меры токсического воздействия. Региональные фоновые содержания в почве, высших растениях, мохообразных, лишайниках. Взаимосвязь уровня загрязнения почвы и аккумуляции загрязнителей растительными организмами. Зависимость «доза–эффект». Особенности накопления тяжелых металлов в почвах и растительных организмах.

#### **Тема 7. Семенное возобновление растений в условиях аэротехногенного загрязнения**

Семя и семенное размножение. Разнообразие плодов и семян. Диссеминация. Банк семян в почве. Потенциальная и реальная семенная продуктивность. Гетерогенность и покой семян. Физиологическая зрелость и жизнеспособность семян. Методы определения жизнеспособности семян. Особенности репродукции растений в условиях аэротехногенного загрязнения. Влияние тяжелых металлов на прорастание семян и рост проростков (всходов). Потенциальные возможности растений к семенному размножению в условиях аэротехногенного загрязнения.

### **4.4. Самостоятельная работа аспиранта**

#### **Тема 1. Экологическая токсикология в системе биологических наук**

Теоретические основы экологической токсикологии и энвиронментологии, их связь с проблемами общей экологии. Понятия нормы, оптимума, пессимума, пределы толерантности для живых организмов. Нормирование техногенной нагрузки.

#### **Тема 2. Индикация загрязнения окружающей среды**

Основные ингредиенты атмосферных выбросов, сточных вод и отходов различных отраслей промышленности. Прямые и косвенные методы диагностики состояния компонентов окружающей среды. Наиболее распространенные методы химического анализа объектов окружающей среды. Реакция биологических систем (организмов, популяций, фитоценозов) на различные типы аэротехногенного загрязнения. Брио- и лишеноиндикация. Информативность различных таксонов для индикационных целей.

#### **Тема 3. Воздействие аэротехногенного загрязнения на почвы**

Деградация и эрозия почвы. Изменение физико-химических свойств почвы под воздействием разных типов загрязнения. Оценка фитотоксичности почв. Нормативные документы, по оценке плодородия и пригодности почв. Способы детоксикации, фиторемедиации и рекультивации загрязненных почв.

#### **Тема 4. Методы экотоксикологических исследований**

Нормативные документы по выбору и закладке пробных площадей, учетных площадок, экспериментальных участков. Санитарно-гигиенические правила и нормативы, предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Теоретические основы и методы химического анализа. Репрезентативный отбор проб компонентов окружающей среды, подготовка к анализу в зависимости от выбранного метода. Сущность метода атомно-абсорбционной спектроскопии.

Статистическая обработка результатов исследования. Стандартные статистические пакеты программ. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ данных.

#### **Тема 5. Аккумуляция тяжелых металлов растительными организмами**

Минеральное питание растений при аэротехногенном загрязнении. Общие закономерности и отличительные особенности аккумуляции тяжелых металлов различными таксонами. Взаимосвязь между накоплением тяжелых металлов и минеральным питанием растений. Синергизм и антагонизм. Физиологические потребности растений в макро- и микроэлементах. Основные группы по аккумуляции: исключатели, индикаторы, аккумуляторы. Понятие о гипераккумуляции.

#### **Тема 6. Тяжелые металлы в системе почва–растение**

Подвижность соединений тяжелых металлов в почве и их закрепление в органогенном горизонте почвы. Поступление и транспорт тяжелых металлов из загрязненной почвы в растение. Распределение тяжелых металлов по органам растений.

#### **Тема 7. Семенное возобновление растений в условиях аэротехногенного загрязнения**

Способы диссеминации растений. Особенности морфологического и анатомического строения семян растений. Показатели гетерогенности семян. Классификация типов покоя семян. Лабораторная и грунтовая всхожесть, сила семян. Воздействие аэротехногенного загрязнения на репродукцию растений. Чувствительность, толерантность и устойчивость семян к различным типам загрязнения.

### **4.5. Тематика рефератов**

Не предусмотрены.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.**

Технология процесса обучения аспирантов включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекции, практические занятия);
- самостоятельная работа аспирантов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончании: зачет в 3-ем семестре.

В процессе изучения дисциплины, как лектором, так и обучающимися используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение аспирантами учебной, учебно-методической и справочной литературы, анализ информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по актуальным проблемам и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу.

Аудиторные занятия проводятся с использованием информационно-телекоммуникационных технологий: учебный материал представлен также в виде мультимедийных презентаций. Презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Самостоятельная работа аспирантов организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- поиск научной информации в открытых источниках с целью ее анализа и выявления ключевых особенностей исследуемых явлений;
- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы, постановка которых отвечает целям освоения дисциплины;

- решение проблемных задач стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **6.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация включает зачет в 3 семестре. Зачет проводится в форме собеседования.

### **6.3. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **6.3.1. Критерии оценивания для зачета**

Оценка «Зачтено». Систематическое посещение занятий в течение учебного года. Наличие глубоких исчерпывающих знаний (в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения); грамотное и логически стройное изложение материала, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой.

Оценка «Не зачтено». Пропущено значительное количество занятий без уважительной причины. Наличие недостаточно полных знаний (в объеме утвержденной программы), изложение материала с отдельными ошибками, не правильные в целом действия по применению знаний на практике.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Акатьева Т.Г. Словарь основных терминов и понятий по экологической токсикологии и экологическому нормированию. Уч. пособие. Тюмень, 2011. 99с.
2. Безель В.С. Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспекты. Екатеринбург, 2006а. 280 с.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М., 1988. 350 с.
4. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 279 с.
5. Гелашвили Д.Б., Безель В.С., Романова Е.Б., Безруков М.Е., Силкин А.А., Нижегородцев А.А. Принципы и методы экологической токсикологии. Уч. пособие. Нижний Новгород, 2015. 745 с.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
7. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнения. СПб.: СПбГУ, 2004. 266 с.
8. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно допустимых химических веществ в почве. М., 1991. №6229–91, утв. МЗ СССР 19.11.1991.
9. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 172 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

10. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.
11. Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. СПб.: ООО «ВВМ», 2009. 276 с.
12. Жуйкова, Т.В. Адаптация растительных систем к химическому стрессу: популяционный аспект [ / Т.В. Жуйкова, В.С. Безель. // Вестник Удмуртского университета. — Электрон. дан. — 2009. — № 1(серия 6). — С. 31-42.

13. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
14. Классификация почв России. М., 1997. 236 с. [https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_28031#1](https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_28031#1)
15. Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Садовникова Л. К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М., 1998. 287 с.
16. Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб: НИИ химии СПбГУ, 1999. 232 с.
17. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1990. 325 с.
18. Орлов Д.С. Химия почв. М.: МГУ, 1985. 376 с.
19. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 3. Системы репродукции. Под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб.: Мир и семья, 2000. 639 с.
20. Яришко В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. СПб.: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 1997. 210с.
21. Ayres R.U. Ayres L.-A Handbook of Industrial Ecology. Cheltenham. Edward Elgar. 2002. 680 p.

Рекомендуются для дополнительного изучения обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Экология», «Лесоведение», «Почвоведение», «Физиология растений», «Nature», «Ecology», «Ecological monographs» и современные экологические журналы изд-ва Elsevier и др.

### 7.3. Учебно-методические материалы по дисциплине

1. Экология: Программы-минимум кандидатских экзаменов / Одобрено экспертным советом ВАК Министерства образования РФ по биологическим наукам; Утверждено приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г. М.: Изд-во «Икар», 2004.

### 7.4. Интернет-ресурсы

| № | Ссылка на интернет-ресурс  | Компания-производитель                                  |
|---|--|---|
|   | <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>  | Научные публикации ведущих журналов на английском языке |
|   | <a href="http://www.viniti.ru/">http://www.viniti.ru/</a>  | Реферативный журнал ВИНТИ «Биология»                    |
|   | <a href="http://uisrussia.msu.ru/">http://uisrussia.msu.ru/</a>  | Университетская информационная система Россия           |
|   | <a href="http://www.rsl.ru/">http://www.rsl.ru/</a>  | Российская государственная библиотека                   |
|   | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>  | Научная электронная библиотека РФФИ (Elibrary)          |
|   | <a href="http://isiwebofknowledge.com/">http://isiwebofknowledge.com/</a><br><a href="http://webofknowledge.com/">http://webofknowledge.com/</a> | Thomson Reuters / Web of Knowledge                      |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения обучения имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- помещения для проведения занятий, оборудованные комплектом мебели;
- комплект проекционного мультимедийного оборудования;
- компьютеры с доступом к сети Интернет, оснащенные операционной системой Windows и пакетом программ Microsoft Office;
- библиотека с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях;
- офисная оргтехника.