

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Федеральный исследовательский центр**  
**«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»**

**ПРИНЯТО**  
Решением Ученого совета  
протокол от 03.08.2020г. № 8

**УТВЕРЖДЕНО**  
Приказом ФИЦ ИнБЮМ  
от 31.08.2020г № 99-од

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.1 ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ**

**Направление подготовки**  
06.06.01 Биологические науки

**Направленность**  
03.02.10 Гидробиология

Форма обучения очная, заочная

**Уровень высшего образования**  
*подготовка кадров высшей квалификации*

**Присваиваемая квалификация:**  
*«Исследователь. Преподаватель-исследователь»*

Севастополь  
2020

### **Рабочая программа дисциплины «Экотоксикология» для аспирантов:**

1. Разработана в отделе аспирантуры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН» в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный Приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 871.

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 19.11.2013 г. № 1259;

- Положением о порядке разработки и утверждения основных образовательных программ – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФИЦ ИнБЮМ, утвержденным приказом ФИЦ ИнБЮМ от 27 июня 2019 г. № 03-од.

2. Впервые рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании Ученого совета ФГБУН ИМБИ протокол № 4 от 7августа 2015 г., утверждена приказом директора № 87-од от 4 сентября 2015 г.

3. **Разработчик рабочей программы:** Солдатов Александр Александрович, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом Физиологии животных и биохимии ФИЦ ИнБЮМ.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, ее объем и место в структуре образовательной программ.....	4
2. Содержание и структура учебной дисциплины.....	8
3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	14
4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	15
5. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	17
6. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	17
7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	18
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
Приложения .....	19

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЕ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Целью освоения дисциплины «Экотоксикология» является формирование у аспирантов углубленных знаний и понятий о последствиях загрязнения водной среды в результате хозяйственной деятельности человека, поведении загрязнителей в водных экосистемах, о роли биоты в процессах аккумуляции, трансформации и деградации загрязнителей, раскрытие экологических и токсикологических эффектов действия химических поллютантов на популяции, сообщества и экосистемы.

Данный курс раскрывает основные пути миграции ксенобиотиков в водных экосистемах, их влияние на биоту и ее отклики на разных уровнях биологической организации, методологические проблемы современной экотоксикологии и пути их разрешения, ее связь с другими дисциплинами, перспективы развития.

Основными *задачами* курса является получение аспирантами достаточных знаний, необходимых для:

- ознакомления с основными понятиями и методологией экотоксикологии;
- ознакомления с основными закономерностями процессов миграции, биоаккумуляции, биотрансформации и биодеградации загрязнителей в гидросфере;
- изучения откликов гидробионтов на загрязнения среды на разных уровнях их биологической организации;
- усвоение основных принципов мониторинга водных объектов;
- умения провести оценку экологического состояния водного объекта, определить экологический риск и разработать мероприятия по его снижению или устранению.

Изучение курса должно способствовать более глубокому овладению научной специальностью, полученные знания могут быть использованы для подготовки и написания диссертации.

Таблица 1.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и уровень формируемой компетенции по ООПВО	Владения	Умения	Знания
УК-1	Владение навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; владение навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в	Умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; умение при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Знание методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

	междисциплинарных областях		
УК-2	Владение навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития; владение технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Умение использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений	Знание методов научно-исследовательской деятельности; знание основных концепций современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира
УК-4	Владение навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках; владение навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках; владение различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	Умение следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках	Знание методов и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; знание стилистических особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
ОПК-1	Владение системным пониманием актуальных проблем, методологического арсенала биологических наук; владение системным пониманием перспектив развития и социального значения избранной профессиональной области; опыт руководства исследовательской группой	Умение критически анализировать и оценивать основные концепции и синтезировать новые идеи в избранной профессиональной области и междисциплинарных направлениях; умение обсуждать полученные собственные результаты в профессиональной и междисциплинарной аудитории, в том числе международной	Знание современных актуальных направлений и арсенала методов и подходов в избранной профессиональной области и смежных областях биологических наук; Знание исчерпывающей характеристики объектов и методов НИП по теме исследования
ОПК-2	Владение системным пониманием предмета преподавания и	Умение оценивать особенности контингента	Знание направлений развития и концепции высшего

	лекторским мастерством; владение навыками проектирования учебного процесса по основным образовательным программам высшего образования	обучающихся; умение применять оптимальные образовательные технологии в соответствии с задачами преподавания	образования в области биологических наук в России и в мире; нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; основные образовательные программы и методологические подходы в области биологических наук
ПК-1	Владение методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по гидробиологии; навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по гидробиологии	Умение представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях; готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области гидробиологии представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Знание современного состояния науки в области гидробиологии; Знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР; Знание требований к содержанию и правил оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях
ПК-2	Владение базовыми традиционными и современными методами гидробиологических исследований; методами статистического анализа результатов гидробиологических исследований	Уметь самостоятельно работать в информационных поисковых системах, планировать стратегию исследований по заданной теме	Знание современных методов исследований в гидробиологии; знание современных методов статистического анализа результатов гидробиологических исследований; знание требований к содержанию и правил оформления результатов научных исследований
ПК-4	Владение методами оценки состояния водных объектов; методами планирования охранных мероприятий водных объектов; методами планирования мониторинга	Умение самостоятельно выбрать информативные методы и способы оценки состояния водных объектов; умение выбрать эффективные методы защиты водных объектов	Знание современных методов оценки состояния водных объектов; знание основных загрязнители водной среды и их биологические эффекты; знание основных источников загрязнения водной среды; основных принципов мониторинга водной среды

## 1.2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Экотоксикология - междисциплинарная наука, базирующаяся на знаниях биологии, экологии, гидробиологии, токсикологии, биохимии, аналитической, неорганической и органической химии окружающей среды, статистики и социальных наук. Овладение системой знаний по данной дисциплине требует высокой подготовки по перечисленным дисциплинам, а также умения работать с учебной и научной литературой, информационными ресурсами Интернет, видеть и понимать связи между различными процессами, происходящими в окружающей среде. Знание основных закономерностей миграции ксенобиотиков в окружающей среде и их биологических эффектов, методологии мониторинга должно способствовать выработке обретению навыков оценки состояния среды обитания, разработке мер по рациональному использованию ее ресурсов, их воспроизводству и охране.

Освоение дисциплины «Экотоксикология» необходимо для осуществления грамотной научно-исследовательской и преподавательской работы.

## 1.3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.

Таблица 1.2 – Распределение объема дисциплины по видам работ (очная форма обучения)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Контроль	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия						
4	7	2 (72)	8	8	–	56	–	реферат	–	7	–

Соотношение количества часов самостоятельной работы аспиранта к общему объему часов составляет: 56/72 (78%)

Таблица 1.3 – Распределение объема дисциплины по видам работ (заочная форма обучения)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Контроль	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия						
5	9	2 (72)	4	2	–	66	–	реферат	–	9	–

Соотношение количества часов самостоятельной работы аспиранта к общему объему часов составляет: 66/72 (92%)

## **2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Содержание учебной дисциплины**

Содержание дисциплины включает следующие темы:

#### **Часть 1. Экотоксикология как наука об ответных реакциях организмов на токсичность среды обитания**

**Тема 1. Введение. Предмет, методы и задачи экотоксикологии.** Предмет, метод и задачи экотоксикологии. Место экотоксикологии в системе биологических наук. Общие принципы и понятия. Возникновение и развитие экотоксикологии. Методы и принципы исследований. Водная экотоксикология и ее особенности. Виды антропогенного воздействия на водные экосистемы.

**Тема 2. Токсичность водной среды и методы ее оценки.** Понятие токсичности среды по эффектам загрязняющих веществ на организм на различных уровнях его биологической организации. Основные источники загрязнения и загрязнители водных объектов. Ксенобиотики. Оценка степени вредного воздействия этой среды на биоту и здоровье человека. ПДК и их недостатки. Нанотоксикология.

**Тема 3. Химическое загрязнение среды. Основные классы загрязнителей, их свойства и поведение в среде. Металлы и металлоиды.** Источники загрязнения, техногенное рассеивание, миграция в среде, зоны влияния. Факторы, влияющие на токсичность металлов. Накопление металлов в живых организмах. Характеристика токсических свойств и биологических эффектов.

**Тема 4. Химическое загрязнение среды. Органические загрязнители, их свойства и поведение в среде.** Пестициды. Диоксины, фураны, полихлорированные бифенилы (ПХБ). Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Детергенты (СПАВ). Фенолы и фталаты. Нефть. Природные токсины (афлатоксины). Биогены. Источники, особенности миграции и накопления. Биологические эффекты.

**Тема 5. Физическое и биологическое загрязнение среды.** Источники физического загрязнения среды. Классификация физических полей. Биологические эффекты. Микробное загрязнение водной среды. Эвтрофирование.

**Тема 6. Поведение ксенобиотиков в водной среде.** Процессы биоаккумуляции, биodeградации, биотрансформации. Биодоступность. Трансграничный перенос. Эффект усиления.

#### **Часть 2. Токсикологические аспекты действия ксенобиотиков на гидробионтов**

**Тема 1. Биологическая активность ксенобиотиков.** Цели определения биологической активности ксенобиотиков. Факторы, определяющие активность ксенобиотиков. Токсичность ксенобиотиков. LD50 и LC50. Опасность ксенобиотиков. Критерии оценки токсичности ксенобиотиков по типу биологического воздействия на мишень по показателям LD 50 или LC50, по видам токсичности и опасности, по избирательности действия ксенобиотиков. Эмбриотоксикология. Токсические патологии.

**Тема 2. Классификация ксенобиотиков.** Классификация ксенобиотиков по степени токсичности I - чрезвычайно опасные (чрезвычайно токсичные), II - высокоопасные (высокотоксичные) III - умеренно опасные (умеренно токсичные), IV - низкоопасные (низкотоксичные). Связь между структурой вещества и его биологической активностью.

**Тема 3. Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков.** Фармакокинетика и токсикокинетика ксенобиотиков. Аддитивность,



синергизм, антогонизм. Отклики живых систем на действие ксенобиотиков на разных биологических уровнях. Последовательность откликов. Адаптационный синдром Селье. Молекулярные механизмы эффектов ксенобиотиков. Нарушения метаболических процессов и развитие патологий. Генетические эффекты. Изменения в сообществах и экосистемах

### Часть 3. Мониторинг водной среды

**Тема 1. Основные понятия и принципы мониторинга.** Мониторинг как система наблюдений, оценки, контроля за состоянием окружающей природной среды. Биологический мониторинг. История, организация и структура биологического мониторинга. Особенности мониторинга водной среды. Виды-биомониторы, основные требования. Методы мониторинга. Мониторинг биологических переменных. Диагностический мониторинг. Прогностический мониторинг.

**Тема 2. Биоиндикация.** Понятие биоиндикации, ее цели, задачи и методы. Система критериев. Организмы-индикаторы (биоиндикаторы). Основные требования, предъявляемые к биоиндикаторам. Ответные реакции водных систем на загрязнение. ПДК, нормирование загрязнения

**Тема 3. Биотестирование.** Система критериев. Понятие доза- эффект. Острые, подострые, хронические, короткие и продолжительные токсикологические эксперименты. Понятие пороговой и подпороговой величины. Общие механизмы токсичности, адаптации и процессов детоксикации. Тест-объекты. Требования, предъявляемые к тест-объектам. Биомаркеры.

**Тема 4. Борьба с загрязнением воды.** Понятие экологического риска. Расчет экологического риска. Управление риском. Борьба с загрязнением воды от городских стационарных источников. Системы канализации. Экологический контроль. Борьба с загрязнением воды в сельской местности. Безопасная питьевая вода. Водный менеджмент. Успехи в очистке воды и ликвидации экологического риска. Мероприятия по реабилитации водных экосистем. Оптимизация менеджмента. Ликвидация источников загрязнения, совершенствование систем очистных сооружений.

## 2.2 Структура учебной дисциплины

Таблица 2.1 – Структура учебной дисциплины (очная форма обучения)

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<b>Часть 1</b>						
Тема 1. Введение. Предмет методы и задачи экоотоксикологии	6	-	-	-	-	6
Тема 2. Токсичность водной среды и методы ее оценки	8	2	2	-	-	4
Тема 3. Химическое загрязнение среды. Основные классы	6	-	-	-	-	6

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
загрязнителей, их свойства и поведение в среде. Металлы и металлоиды						
Тема 4. Химическое загрязнение среды. Органические загрязнители, их свойства и поведение в среде	6	-	2	-	-	4
Тема 5. Физическое и биологическое загрязнение среды	6	2	-	-	-	4
Тема 6. Поведение ксенобиотиков в водной среде	4	-	-	-	-	4
<b>Часть 2</b>						
Тема 1. Биологическая активность ксенобиотиков	4	-	-	-	-	4
Тема 2. Классификация ксенобиотиков	4	-	-	-	-	4
Тема 3. Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков	8	2	2	-	-	4
<b>Часть 3</b>						
Тема 1. Основные понятия и принципы мониторинга	6	2	-			4
Тема 2. Биоиндикация	6	-	2	-	-	4
Тема 3. Биотестирование	4	-	-	-	-	4
Тема 4. Борьба с загрязнением воды	4	-	-			4
<b>Всего часов</b>	<b>72 (2 ЗЕ)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>56</b>

Таблица 2.2 – Структура учебной дисциплины (заочная форма обучения)

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<b>Часть 1</b>						
Тема 1. Введение. Предмет методы и задачи экоотоксикологии	4	-	-	-	-	4
Тема 2. Токсичность водной среды и методы ее оценки	6	-	-	-	-	6
Тема 3. Химическое загрязнение среды. Основные классы загрязнителей, их свойства и поведение в среде. Металлы и металлоиды	6	-	-	-	-	6
Тема 4. Химическое загрязнение среды. Органические загрязнители, их свойства и поведение в среде	4	-	-	-	-	4
Тема 5. Физическое и биологическое загрязнение среды	8	2	-	-	-	6
Тема 6. Поведение ксенобиотиков в водной среде	4	-	-	-	-	4
<b>Часть 2</b>						
Тема 1. Биологическая активность ксенобиотиков	6	-	-	-	-	6
Тема 2. Классификация ксенобиотиков	4	-	-	-	-	4
Тема 3. Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков	6	2	-	-	-	6
<b>Часть 3</b>						
Тема 1. Основные понятия и принципы мониторинга	4	-	-	-	-	4

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Тема 2. Биоиндикация	8	-	2	-	-	6
Тема 3. Биотестирование	4	-	-	-	-	4
Тема 4. Борьба с загрязнением воды	6	-	-			6
<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>2</b>			<b>66</b>

### 2.3 Распределение контактной работы

Таблица 2.3 – Лекции, их содержание и объем в часах (очная форма обучения)

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции	Объем	Семестр
1	2	3	4	5
Часть 1				
Т.2	Л.1	Токсичность водной среды и методы ее оценки	2	7
Т.5	Л.2	Физическое и биологическое загрязнение среды	2	7
Часть 2				
Т.3	Л.3	Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков	2	7
Часть 3				
Т.1	Л.4	Основные понятия и принципы мониторинга	2	7
		<b>Общий лекционный объем дисциплины</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

Таблица 2.4 – Лекции, их содержание и объем в часах (заочная форма обучения)

Номер Темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции	Объем	Семестр
1	2	3	4	5
Часть 1				
Т.5	Л.1	Физическое и биологическое загрязнение среды	2	9
Часть 2				
Т.3	Л. 2	Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков	2	9

Номер Темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции	Объем	Семестр
1	2	3	4	5
Часть 1				
<b>Общий лекционный объем дисциплины</b>			<b>4</b>	<b>9</b>

Таблица 2.5 – Семинарские занятия, их содержание и объем в часах (очная форма обучения)

Номер Темы	Номер занятия	Содержание занятий	Объем	Семестр
1	2	3	4	5
Часть 1				
Т.2	ПЗ.1	Токсичность водной среды и методы ее оценки	2	7
Т.4	ПЗ.2	Химическое загрязнение среды. Органические загрязнители, их свойства и поведение в среде	2	7
Часть 2				
Т.3	ПЗ.3	Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков	2	7
Часть 3				
Т.2	ПЗ.4	Биоиндикация	2	7
<b>Всего часов</b>			<b>8</b>	<b>7</b>

Таблица 2.6 – Семинарские занятия, их содержание и объем в часах (заочная форма обучения)

Номер Темы	Номер занятия	Содержание занятий	Объем	Семестр
	1	2	3	4
Часть 3				
Т.2	ПЗ.1	Биоиндикация	2	9
<b>Всего часов</b>			<b>2</b>	<b>9</b>

### 2.3 Распределение самостоятельной работы аспирантов

Распределение самостоятельной работы аспирантов очной и заочной форм обучения отражено в таблице 2.7 и 2.8 соответственно.

Таблица 2.7 – Распределение самостоятельной работы аспиранта (очная форма обучения)

Вид работ	Итого
Изучение теоретического материала по дисциплине	28
Подготовка к практическим занятиям	8
Работа над индивидуальным заданием (реферат)	10
Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)	10
Итого	56

Таблица 2.8 – Распределение самостоятельной работы аспиранта (заочная форма обучения)

Вид работ	Итого
Изучение теоретического материала по дисциплине	44
Подготовка к практическим занятиям	2
Работа над индивидуальным заданием (реферат)	10
Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)	10
Итого	66

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 3.1 – Перечень вопросов и заданий для видов контроля

Наименование вида контроля и темы	Перечень вопросов и задач
Входной контроль Проводится на 1-2 неделях в письменной форме.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет, метод и задачи экотоксикологии</li> <li>2. Водная экотоксикология и ее особенности.</li> <li>3. Виды антропогенного воздействия на водные экосистемы.</li> <li>4. Оценка степени вредного воздействия среды на биоту и здоровье человека</li> <li>5. Химическое загрязнение водной среды</li> <li>6. Физическое загрязнение водной среды</li> <li>7. Биологическое загрязнение водной среды.</li> <li>8. Биологические эффекты химических загрязнителей</li> <li>9. Классификация химических загрязнителей</li> <li>10. Понятие мониторинга среды</li> <li>11. Биоиндикация</li> <li>12. Биотестирование</li> <li>13. Биомаркеры</li> <li>14. Методы борьбы с загрязнением среды.</li> <li>15. Перспективы развития экотоксикологии.</li> </ol>

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Матрица формирования компетенций и планируемых результатов освоения дисциплины, по темам или видам работ представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица формирования компетенций

Занятие	Компетенции и шифры планируемых результатов освоения дисциплины							
	УК-1	УК-2	УК-4	ОПК-1	ОПК -2	ПК -1	ПК-2	ПК-4
Л. 1-2	З	З		З		З		З
Л. 3-4	З	З	З	З	З,У	З	З	З, В
ПЗ1 – ПЗ2	З,У,В	З,У	З,У	З,У,В	З,В	З,У	З,У,В	З,У,В
ПЗ3 – ПЗ4	З,У,В	З,У	З,У	З,У,В	З,В	З,У	З,У,В	З,У,В

Таблица 4.2 – Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
Л. 1-2	З(УК-1,2), З(ОПК-1), З(ПК-2,4)	Зачет
Л. 3-4	З(УК-2,4), З,У(ОПК-1), З(ОПК-2), З(ПК-1,2), З,В(ПК-4)	
ПЗ1 – ПЗ2 ПЗ3 – ПЗ4	З,У,В (УК-1), З,У(УК-2,4), З,У,В(ОПК-1), З,У(ОПК-2), З,У(ПК-1), З,У,В(ПК-2,4)	

Таблица 4.3 – Таблица соответствия результатов контроля знаний по разным шкалам и критерии оценивания

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка ECTS	Критерии оценивания	Уровень компетентности и	Оценка по национальной шкале	
				для экзамена, КП (КР), практики	для зачета
90 – 100	<b>A</b>	<b>Отлично</b> - выполнены все требования-компетенции, а именно: теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены качественно и оценено высоким, близким к максимальному числом баллов.	Высокий (творческий)	отлично	зачтено
82-89	<b>B</b>	<b>Очень хорошо</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью,	Достаточный	хорошо	

		необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, выполнены все предусмотренные программой обучения учебные задания, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному			
74-81	<b>C</b>	<b>Хорошо</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками			
64-73	<b>D</b>	<b>Удовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	Средний	удовлетворительно	
60-63	<b>E</b>	<b>Достаточно (посредственно)</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному			
35-59	<b>FX</b>	<b>Условно неудовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Низкий	не удовлетворительно	не зачтено
1-34	<b>F</b>	<b>Безусловно неудовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения			



		учебных заданий			
--	--	-----------------	--	--	--

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Л., 1981.
2. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология. Теоретические и прикладные аспекты. Москва, Наука. 2009. 400 с.
3. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. Из-во МГУ. 1985. 158 с.
4. Барбье М. Введение в химическую экологию. М., 1978.
5. Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию. Химиздат, 1999. 141 с.
6. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. Из-во Колос. 2006. 232 с.
7. Мосина Л.В. Основы экотоксикологии. Издательство: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2013. 100 с.

### **Дополнительная литература**

1. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания Книга вторая Загрязнение воды и воздуха. Из-во «Мир», 1995. 296 с.
2. Общая токсикология / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова - М.: Медицина, 2002. - 608 с.
3. Саноцкий И.В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ - М.: 1970. 343 с.
4. Орлов Б.Н., Гелашвили Д.Б. Орлов Б. Н. Зоотоксинология (ядовитые животные и их яды): Учеб.пособие для студентов вузов по спец. «Биология». — М.: Высш. шк., 1985. — 280 с.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 6.1 – Описание информационных ресурсов необходимых для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1.	<a href="http://www.eurofins.com/agroscienceservices/ecotoxicology.aspx">http://www.eurofins.com/agroscienceservices/ecotoxicology.aspx</a>	Представлена информация по накоплению ксенобиотиков в живых организмах и методах их определения
2.	<a href="https://uwaterloo.ca/servos-group/research-activities/resources">https://uwaterloo.ca/servos-group/research-activities/resources</a>	Информация о содержании загрязнителей в воде и гидробионтах, их миграции и накоплении

3.	<a href="http://www.ecotoxicology.org/">http://www.ecotoxicology.org/</a>	Широкий спектр вопросов о теории и практике экотоксикологии
4.	<a href="http://maxxam.ca/category/events/ecotoxicology">http://maxxam.ca/category/events/ecotoxicology</a>	Список конференций по экотоксикологии и их материалов

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В ходе реализации дисциплины предполагается активное использование различных видов и форм проведения учебных занятий. Выбор образовательных технологий определяется особенностями каждого из разделов.

### **Перечень информационных технологий:**

1. Программное обеспечение Microsoft Word;
2. Программное обеспечение Microsoft Power Point.

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Реализация учебной дисциплины требует:

- наличие лекционной аудитории;
- комнаты для самостоятельной работы аспирантов, оснащенной компьютерами с выходом в интернет;
- оборудование – доска, мел, столы, стулья;
- технические средства обучения: мультимедийное оборудование.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Экотоксикология как наука об ответных реакциях организмов на токсичность среды обитания
2. Виды антропогенного воздействия на водные экосистемы.
3. Основные источники загрязнения и загрязнители водных объектов.
4. Оценка степени вредного воздействия этой среды на биоту и здоровье человека
5. Биологические эффекты тяжелых металлов
6. Органические загрязнители среды и их биологические эффекты
7. Биоаккумуляция, биотрансформация, биodeградация ксенобиотиков.
8. Физические поля и их биологические эффекты.
9. Виды биологического загрязнения водной среды и их источники.
10. Биологическая активность ксенобиотиков и факторы, ее определяющие.
11. Критерии оценки токсичности ксенобиотиков.
12. Классификация ксенобиотиков.
13. Токсические патологии.
14. Основные задачи и принципы мониторинга.
15. Критерии токсичности среды.
16. Биоиндикация.
17. Биотестирование.
18. Общие механизмы токсичности, адаптации и процессов детоксикации.
19. Механизмы развития биологической реакции при действии ксенобиотиков
20. Молекулярные механизмы эффектов ксенобиотиков.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Предмет, метод и задачи экотоксикологии. Место экотоксикологии в системе биологических наук.
2. Общие принципы и понятия экотоксикологии.
3. Особенности водной экотоксикологии.
4. Виды антропогенного воздействия на водные экосистемы.
5. Понятие токсичности среды
6. Основные источники загрязнения и загрязнители водных объектов.
7. Ксенобиотики.
8. Критерии и нормативы оценки токсичности среды. ПДК и их недостатки.
9. Нанотоксикология.
10. Источники загрязнения металлами водной среды.
11. Техногенное рассеивание, миграция в среде, зоны влияния.
12. Факторы, влияющие на токсичность металлов.
13. Характеристика токсических свойств и биологических эффектов.
14. Юиологические эффекты пестицидов.
15. Опасность диоксинов, фуранов, полихлорированных бифенилов (ПХБ).
16. Биологические эффекты полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).
17. Опасность загрязнения среды детергентами (СПАВ), фенолами и фталатами.
18. Последствия загрязнения среды нефтью.
19. Биологические эффекты природных токсинов (афлатоксины).
20. Биогены. Источники, особенности миграции и накопления. Биологические эффекты.
21. Источники физического загрязнения среды. Классификация физических полей. Биологические эффекты.
22. Микробное загрязнение водной среды. Эвтрофирование.
23. Процессы биоаккумуляции, биodeградации, биотрансформации. Биодоступность.
24. Трансграничный перенос. Эффект усиления.
25. Факторы, определяющие активность ксенобиотиков.
26. Токсичность ксенобиотиков. LD50 и LC50.
27. Критерии оценки токсичности ксенобиотиков
28. Эмбриотоксикология.
29. Токсические патологии.
30. Классификация ксенобиотиков по степени токсичности.
31. Связь между структурой вещества и его биологической активностью.
32. Фармакокинетика и токсикокинетика ксенобиотиков. Аддитивность, синергизм, антагонизм.
33. Отклики живых систем на действие ксенобиотиков на разных биологических уровнях. Последовательность откликов.
34. Адаптационный синдром Селье.
35. Молекулярные механизмы эффектов ксенобиотиков.
36. Нарушения метаболических процессов и развитие патологий.
37. Генетические эффекты.
38. Изменения в сообществах и экосистемах
39. Мониторинг как система наблюдений, оценки, контроля за состоянием окружающей природной среды.
40. Биологический мониторинг. История, организация и структура биологического мониторинга.
41. Особенности мониторинга водной среды. Виды-биомониторы, основные требования.
42. Методы мониторинга. Мониторинг биологических переменных.
43. Диагностический мониторинг. Прогностический мониторинг.

44. Понятие биоиндикации, ее цели, задачи и методы
45. Система критериев в биоиндикации.
46. Организмы-индикаторы (биоиндикаторы). Основные требования, предъявляемые к биоиндикаторам.
47. Ответные реакции водных систем на загрязнение. ПДК, нормирование загрязнения
48. Система критериев. Понятие доза- эффект.
49. Острые, подострые, хронические, короткие и продолжительные токсикологические эксперименты. Понятие пороговой и подпороговой величины.
50. Общие механизмы токсичности, адаптации и процессов детоксикации.
51. Тест-объекты. Требования, предъявляемые к тест-объектам. Биомаркеры
52. Понятие экологического риска. Расчет экологического риска. Управление риском.
53. Борьба с загрязнением воды от городских стационарных источников. Системы канализации. Экологический контроль.
54. Борьба с загрязнением воды в сельской местности.
55. Водный менеджмент.
56. Успехи в очистке воды и ликвидации экологического риска.
57. Мероприятия по реабилитации водных экосистем. Оптимизация менеджмента.
58. ликвидация источников загрязнения, совершенствование систем очистных сооружений.
59. Перспективы развития экотоксикологии.
60. Особенности морской экотоксикологии.