

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»



СВЕТЛАЮ

Директор академии

А.В. Колмыков

бнш 2023 г.

регистрационный № 3-391-23/уч.

## ВОДНАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности

7-06-0811-01 Зоотехния

2023 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом углубленного высшего образования ОСВО 7-06-0811-01-2023 от 31.05.2023 по специальности Зоотехния и учебными планами: МД – 0811-01-3-23у от 29.03.2023 г., МЗ – 0811-01-3-23у от 29.03.2023 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:** М. М. Усов, доцент кафедры ихтиологии и рыбоводства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Т. В. Портная, доцент кафедры ихтиологии и рыбоводства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Н. А. Садо́мов, заведующий кафедрой зоогигиены, экологии и микробиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», доктор с.-х. наук, профессор;

А.Г. Марусич, доцент кафедры крупного животноводства и переработки животноводческой продукции, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой ихтиологии и рыбоводства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 22.12.2023 г.);

методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 26.12.2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 27.12.2023 г.).

Ответственный за редакцию: Т. В. Портная

Ответственный за выпуск: Т. В. Портная

## РАЗДЕЛ 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Токсикология (греческ. *toxikon* – яд, *logos* – учение) – наука, которая изучает токсические свойства химических веществ и их воздействие на живые организмы и экосистемы.

Водная токсикология – это изучение воздействия промышленных химических веществ и других антропогенных и природных материалов и видов деятельности на водные организмы на различных уровнях организации, от субклеточных через отдельные организмы до сообществ и экосистем. Водная токсикология – это междисциплинарная область, которая объединяет токсикологию, водную экологию и химию водной среды.

При изучении этих учебных дисциплин необходимы знания не только путей загрязнения рыбохозяйственных водоемов различными химическими веществами, попадающими в водоемы с промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками, но и механизма их действия на организм гидробионтов.

Попадая в водоем, токсические вещества изменяют качество воды, нарушают экологическое равновесие, процессы самоочищения, ухудшают условия существования и вызывают гибель гидробионтов.

Цель учебной дисциплины – формирование знаний, умений и компетенций по основам водной токсикологии как науки, изучающей токсичность водной среды, реакцию гидробионтов на воздействие токсикантов и своевременную диагностику отравлений рыб (источник загрязнения и характер токсиканта).

Основными задачами учебной дисциплины являются: освоение методов токсикологических исследований природных вод, методов разработки нормативных показателей (ПДК) сброса токсических веществ в водоемы, методов диагностики отравлений рыб, приобретение навыков определения токсичности водной среды и современных методов борьбы с загрязнением водоемов.

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения образования модуля профиля «Пресноводная аквакультура», осваиваемых студентами специальности 7-06-811-01 Зоотехния

Учебная дисциплина «Водная токсикология» базируется на знаниях дисциплин общего высшего образования: «Экология рыб», «Ихтиология» и «Ихтиопатология», а также тесно связана с учебными дисциплинами углубленного высшего образования «Промысловая ихтиология» и «Современные технологии в аквакультуре».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить специализированную компетенцию:

СК-12 Обеспечивать экологическую безопасность рыбохозяйственных водоемов, процессов, объектов и продукции аквакультуры.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

Знать:

- ветеринарно-санитарные, профилактические и лечебные мероприятия, которые необходимо проводить на предприятиях аквакультуры в различные сезоны;

- принципы действия измерительных приборов и их характеристики, водную токсикологию, полномочия органов санитарно-ветеринарного и экологического контроля;

- загрязнители водоемов;

- основы диагностирования наиболее часто встречающихся токсикозов рыб.

уметь:

- формировать документацию по ветеринарно-санитарному и экологическому контролю;

- регистрировать показания оксиметров, рН-метров, ионометров;

планировать и организовывать проведение ветеринарно-санитарных, профилактических и лечебных мероприятий;

- визуально идентифицировать признаки заболеваний и неблагополучного состояния объектов аквакультуры;

- выполнять все необходимые работы, связанные с проведением токсикологических исследований;

владеть:

- навыками составления плана проведения ветеринарно-санитарных, профилактических и лечебных мероприятий и контроль его выполнения;

- организацией профилактических работ в вегетационный межсезонный периоды;

- регистрацией параметров воды в рыбоводных емкостях;

- навыками прогнозирования результатов диагностики, лечения и оценки возможных последствий.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной общественной жизни страны.

Согласно учебным планам по специальности 7-06-811-01 Зоотехния по учебной дисциплине «Водная токсикология» предусмотрено:

на очной форме с полным сроком обучения 90 часов, в том числе 48 часов аудиторных занятий, на самостоятельную работу отведено 42 часов;

на заочной форме с полным сроком обучения 90 часов, в том числе 12 часов аудиторных, на самостоятельную работу отведено 78 часов.

#### Распределение аудиторного времени

№ п/п	Форма обучения	Курс	Семестр	Примерное количество аудиторных часов		
				всего	в том числе	
				лекций	лабораторных	
1	Очная с полным сроком	1	2	48	24	24
2	Заочная с полным сроком	1		12	6	6

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Водная токсикология, цели и задачи дисциплины**

Понятие о водной токсикологии. Цели и задачи водной токсикологии. История развития токсикологии. Основные термины и понятия водной токсикологии.

### **2. Система рыбохозяйственных токсикологических исследований**

Норма и патология в функционировании водных экосистем. Демэкологические (популяционные) и синэкологические (биоценоза, экосистемы) критерии нормы и патологии. Роль и задачи патологической анатомии в ихтиотоксикологии. Критерий токсичности. Методика токсикологических исследований

### **3. Источники загрязнения водоемов токсикантами**

Природные и антропогенные источники загрязнения. Классификация антропогенных стоков и загрязняющих веществ

### **4. Действие токсических веществ на физиолого-биохимические процессы гидробионтов**

Общие понятия о местном, резорбтивном и избирательном действии ядов. Особенности действия ядов органического и минерального происхождения. Действие на гидробионтов нефти и нефтепродуктов. Загрязнение водоемов поверхностно-активными веществами (ПАВ) и их действие на гидробионтов. Мутагенное действие токсикантов и изменения биохимических показателей гидробионтов. Первичная реакция организма высших гидробионтов (рыб) на действие токсикантов. Специфичность действия на организм гидробионтов хлорорганических пестицидов, фосфорорганических соединений и фенолов. Фенолы (фенольные соединения). Токсические концентрации дезинфектантов: хлора, озона,  $\text{KMnO}_4$ , формалина. Насыщенные алифатические альдегиды (формальдегид).

### **5. Поведенческие аспекты в водной токсикологии**

Влияние качества воды на питание гидробионтов. Влияние качества воды на строительство жилищ. Влияние качества воды на внутривидовые взаимодействия. Накопление нарушений в цепи инстинктивных движений. Последовательность поведенческих актов. Приобретенное поведение. Сравнительная чувствительность целостного поведения и частных реакций. Влияние качества воды на локомоторную активность. Ориентация организмов по абиотическим и биотическим факторам среды. Реакция избегания – привлечения. Сравнительная чувствительность разных форм поведения. Инстинктивное поведение и роль знаний по этологии.

## **6. Влияние металлов и металлорганических соединений на гидробионтов**

Общие закономерности и особенности накопления тяжелых металлов водными организмами. Влияние металлов на организмы планктона и бентоса

## **7. Влияние пестицидов на водные организмы**

Пестициды и их общая характеристика. Пестициды и окружающая среда. Основные пути превращения пестицидов. Скорость разложения пестицидов в водоемах и персистентность различных пестицидов в организме рыб. Токсичность инсектицидов, гербицидов и моллюскоцидов для рыб и других гидробионтов.

## **8. Влияние минеральных удобрений и детергентов на флору и фауну водоемов**

«Цветение» воды и токсичность водорослей для гидробионтов. Токсичность нитратов и нитритов для рыб. Влияние элементарного, треххлористого и пятихлористого фосфора на биохимические процессы в водоемах и организм гидробионтов. Влияние детергентов на флору и фауну водоемов. Токсические концентрации моющих средств для гидробионтов.

## **9. Использование биотестов в водной токсикологии**

Биотестирование: терминология, задачи, подходы. Тест-объекты, характеризующие токсическое действие загрязнителей водоемов на гидробионтов. Симптом-комплекс при отравлении.

## **10. Расчет ущерба, наносимого рыбной промышленности загрязнением**

Состояние загрязнения водоемов. Ущерб, наносимый им рыбной промышленности. Методика определения ущерба. Пути предотвращения загрязнения водоемов многообразны

## **11. Водоочистка и водоподготовка**

Эвтрофирование водоемов. Основные технологические схемы утилизации и обеззараживания навоза. Классификация сточных вод. Фазы взаимодействия между сточными водами и водой водоема. Самоочищение водоемов

## **12. Нормирование качества воды рыбохозяйственных водоемов**

Принципы нормирования охраны водоемов от загрязнения. Требования к качеству и свойствам воды рыбохозяйственных водоемов. Нормирование в рыбохозяйственных водоемах

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВОДНАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ»

Форма получения высшего образования: очная (полная)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	в том числе		самостоятельная работа	Форма контроля знаний
			лекции	лабор. занятия		
1	Водная токсикология, цели и задачи дисциплины	2	2		2	Текущий устный опрос
2	Система рыбохозяйственных токсикологических исследований	6	2	4	4	Выполнение индивидуальных заданий
3	Источники загрязнения водоемов токсикантами	6	2	4	4	Текущий устный опрос
4	Действие токсических веществ на физиолого-биохимические процессы гидробионтов	6	2	4	4	Текущий устный опрос
5	Поведенческие аспекты в водной токсикологии	4	2	2	4	Подготовка рефератов
6	Влияние металлов и металлоорганических соединений на гидробионтов	2	2		4	Текущий устный опрос
7	Влияние пестицидов на водные организмы	2	2		4	Выполнение индивидуальных заданий
8	Влияние минеральных удобрений и детергентов на флору и фауну водоемов	2	2		4	Выполнение индивидуальных заданий
9	Использование биотестов в водной токсикологии	6	2	4	2	Выполнение индивидуальных заданий
10	Расчет ущерба, наносимого рыбной промышленности загрязнением	4	2	2	4	Выполнение индивидуальных заданий
11	Водоочистка и водоподготовка	4	2	2	4	Текущий устный опрос
12	Нормирование качества воды рыбохозяйственных водоемов	4	2	2	2	Подготовка рефератов
Итого		48	24	24	42	Зачет

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ВОДНАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ»**

Форма получения высшего образования: заочная (полная)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	в том числе		самостоятельная работа	Форма контроля знаний
			лекции	лабор. занятия		
1	Водная токсикология, цели и задачи дисциплины				6	Подготовка рефератов
2	Система рыбохозяйственных токсикологических исследований	1	1		6	Подготовка рефератов
3	Источники загрязнения водоемов токсикантами	2	1	1	6	Подготовка рефератов
4	Действие токсических веществ на физиолого-биохимические процессы гидробионтов	1		1	6	Подготовка рефератов
5	Поведенческие аспекты в водной токсикологии	1		1	6	Подготовка рефератов
6	Влияние металлов и металлоорганических соединений на гидробионтов				8	Подготовка рефератов
7	Влияние пестицидов на водные организмы				8	Подготовка рефератов
8	Влияние минеральных удобрений и детергентов на флору и фауну водоемов				8	Подготовка рефератов
9	Использование биотестов в водной токсикологии	1	1		6	Подготовка рефератов
10	Расчет ущерба, наносимого рыбной промышленности загрязнением	2	1	1	6	Подготовка рефератов
11	Водоочистка и водоподготовка	2	1	1	6	Подготовка рефератов
12	Нормирование качества воды рыбохозяйственных водоемов	2	1	1	6	Подготовка рефератов
Итого		12	6	6	78	Зачет

## РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Литература

#### Основная

1. Усов, М. М. Экология рыб: учебно-методическое пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2023. – 138 с.
2. Тылик, К. В. Общая ихтиология: учебник. – Калининград: ООО «Аксиос», 2015. – 394 с.
2. Усов, М. М. Ихтиология: учебно-методическое пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2020. – 168 с.

#### Дополнительная

1. Филенко, О. Ф. Основы водной токсикологии / О. Ф. Филенко, И. В. Михеева – М.: Колос, 2007. – 144 с.
2. Жуков, П.И. Справочник по экологии пресноводных рыб // П.И. Жуков. – Минск: Наука и техника, 1988. – 310 с.
3. Леонтьев, В. Н. Основы токсикологии / В. Н. Леонтьев, О. С, Игнатовец, Е. А. Флюрик – Минск: БГТУ, 2014. – 148 с.
4. Сухаренко Е. В. Водная токсикология. Курс лекций / Е. В. Сухаренко. – Керчь, 2019. – 103 с.
5. Доника, А. Д. Основы токсикологии токсичных химических веществ: учебное пособие / А. Д. Доника, В.Я. Ильин. – Волгоград – 2009. – 194 с.

### 4.2 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных лабораторных работ в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе и отработка индивидуальных лабораторных работ с консультацией преподавателя.

### 4.3 Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Оценка промежуточных достижений обучающихся осуществляется в письменной форме в виде устного опроса в соответствии с избранной десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на занятиях по подготовленному реферату;
- проведение текущих устных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- сдача зачета.

#### **4.4 Методы (технологии) обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично – поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, использование творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- модульная и рейтинговая система, реализуемая в течение всего периода изучения дисциплины.

#### **4.5 Примерный перечень лабораторных работ**

1. Основные принципы построения методик токсикологических исследований: воды, водоемов, различных видов гидробионтов.
2. Методика определения качества воды.
3. Методика определения ксенобиотиков в органах и тканях. Экспериментальное определение красителей в органах и тканях рыб.
4. Скрининг токсикантов.
5. Диагностика алиментарных токсикозов.
6. Применение тест-системы оценки толерантности рыб к неблагоприятным факторам водной среды.
7. Изучение токсических концентраций фенола на дафний.
8. Изучение токсического влияния фосфорорганических пестицидов на протокочковые водоросли.
9. Методика оценки загрязнений водоемов и экономического ущерба причиненного токсикантами.

#### **4.6 Тематика реферативных работ**

1. Влияние нефтяного загрязнения на ранние стадии онтогенеза рыб.
2. Влияние пестицидов на ранние стадии онтогенеза рыб.
3. Влияние фенольного загрязнения на ранние стадии онтогенеза рыб.
4. Промышленная, химическая и экологическая токсикология.
5. Особенности отравления тяжелыми металлами.
6. Основные принципы нормирования радиационной безопасности.

7. Проникновение токсичных веществ через дыхательные пути.
8. Превращение токсичных веществ в организме.
9. Аддитивность, синергизм, антагонизм и сенсбилизация при совместном воздействии различных факторов внешней среды.
10. Особенности повторного воздействия вредных веществ на организм.
11. Стадии привыкания к действию токсикантов.
12. Доза – количественная мера токсичности химического вещества.
13. Транспорт токсичных веществ в организме.
14. Пути и кинетика поступления, обмена, распределения и выведения радионуклидов из организма.
15. Понятие о рецепторе как о структуре для высокоспецифического воздействия токсикантов на биологический объект.
16. Использование токсикологических характеристик для ранжирования экологической опасности технологий и производств.
17. Значение токсикологии для охраны окружающей среды.
18. Механизм развития привыкания.
19. Специфическое и неспецифическое действие вредных веществ.
20. Популяция как объект воздействия вредных веществ.
21. Адаптация как защитный механизм.
22. Характеристика фосфорорганических пестицидов, их классификация, механизм действия.
23. Механизм токсического действия цианидов. Дыхательная цепь.
24. Специфика малых доз ионизирующей радиации.
25. Механизм действия соединений свинца, ртути, мышьяка.
26. Механизм действия нитритов.

**5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)

**6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ  
ПРОГРАММЕ УВО НА 2024/2025**

№п.п.	Дополнения и изменения	Основания

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ихтиологии и рыбоводства (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_. 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Ф)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биотехнологии и аквакультуры

\_\_\_\_\_ (ученая степень, звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Ф)