

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

А.Л. Голстик

« 29 » 12 2015 г.

Регистрационный № УД - 1325 /уч.

**Гидроэкология**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-33 01 01 Биозкология**

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-33 01 01-2013 и учебных планов УВО № НЗЗ-010/уч. 2013 г., № НЗЗз-012/уч. 2013 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Тамара Александровна Макаревич, доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Лилия Васильевна Камлюк, профессор кафедры общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 30 октября 2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 11 ноября 2015 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Водная экология (гидроэкология, экология гидросферы) – наука о надорганизменных формах организации жизни, изучающая структуру и функционирование водных экосистем. Гидроэкология является обязательной учебной дисциплиной в системе экологического образования.

**Цель курса** – сформировать у студентов целостное представление о структурной и функциональной организации водных экосистем.

**Задачи учебной дисциплины** – вооружить студентов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для понимания и изучения:

- взаимодействия гидробионтов со средой;
- их роли в функционировании водных экосистем естественного и искусственного происхождения;
- процессов трансформации вещества и энергии, формирования качества вод, самоочищения и эвтрофирования внутренних вод, морей и океанов;
- биологической продуктивности водных экосистем.

Учебная программа дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам биологического профиля («Общая экология», «Биотический круговорот» и др.).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- структуру гидросферы планеты;
- морфометрические характеристики водоемов;
- суточную и сезонную динамику освещенности, температуры, газов ( $O_2$  и  $CO_2$ ) в водных экосистемах;
- классификацию вод по солености;
- экологические зоны океана, озера, реки, пруда;
- экологические группировки (сообщества) водных экосистем;
- глобальные экологические проблемы гидросферы: эвтрофирование, кислотные осадки, повышение глобальной температуры Мирового океана;
- пути и способы регулирования продуктивности водных экосистем

**уметь:**

- пользоваться методами измерения морфометрических показателей водоема;
- определять величины показателей освещенности, растворенного в воде кислорода, активной реакции среды;
- определять продукцию гидробионтов;
- осуществлять сбор и количественный анализ образцов планктона, бентоса, перифитона

**владеть:**

- методами оценки продукционно-деструкционных характеристик водных экосистем;
- методологией составления биотического баланса водных экосистем.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» изучение учебной дисциплины «Гидроэкология» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области экологии и биологии, осуществлять анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования в области промышленной экологии, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности выполнения научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-11. Выполнять работы на современном производственном и лабораторном оборудовании, используя техническую документацию.

ПК-12. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности.

ПК-13. Осуществлять деятельность в сфере экологической экспертизы и аудита, системе экологического мониторинга.

ПК-14. Обоснованно формулировать рекомендации по обеспечению экологической безопасности технологических процессов.

ПК-15. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и разрабатывать рекомендации по совершенствованию технологического процесса.

ПК-16. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании экологических стандартов и нормативов.

ПК-19. Осуществлять контроль за соблюдением нормативных актов по охране окружающей среды на предприятиях и в процессе осуществления производственной деятельности.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа рассчитана на 112 часов, из них аудиторных 36 часов: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 10 часов, аудиторный контроль УСП – 2 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 112 часов, из них аудиторных 10 часов: лекции – 8 часов, лабораторные занятия – 2 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **I. ВВЕДЕНИЕ**

Определение и содержание гидроэкологии. История возникновения и развития гидроэкологии. Морские и пресноводные биостанции. Развитие методических подходов к изучению водных экосистем. Первые экспедиционные исследования. Выдающиеся лимнологи и океанологи. Коссинская биологическая станция. Г.Г. Винберг и продукционная гидробиология. Нарочанская биологическая станция и ее роль в формировании белорусской школы продукционной гидроэкологии.

### **II. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**

Вода в биосфере. Океаны. Моря. Реки. Озера. Происхождение озер. Пресная вода стратегический ресурс человечества. Использование пресной воды в стране и в мире. Водные ресурсы Беларуси. Система водосбор – озеро. Важнейшие морфометрические характеристики водоемов. Понятие трофии водоемов. Трофические типы озер.

### **III. ВОДНАЯ СРЕДА И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Аномальные свойства воды и жизнь на планете Земля. Температура. Температурная стратификация водоемов. Эпи-, гипо и металимнион: свойства,

особенности существования гидробионтов. Стабильность стратификации. Типы перемешивания водной массы в озерах. Амиктические, мономиктические, димиктические, полимиктические и меромектические типы озер.

Свет. Физические свойства света. Закономерности проникновения света в водную толщу. Факторы, контролирующие поглощение света в воде. Абсорбция света фотосинтетическими пигментами. Свет и водные животные. Свет в озерах. Прозрачность. Эуфотическая зона. Ультрафиолет и водные экосистемы.

Солевой состав пресных и морских вод. Основные компоненты солевого состава. Концентрация основных ионов в пресных водах. Мертвое море. Соленость различных зон мирового океана. Соленость и биоразнообразие.

Растворенные в воде газы. Экологически наиболее значимые газы ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ). Источники растворенных газов. Закон Генри. Кислород и его роль в функционировании водных экосистем. Факторы, влияющие на содержание кислорода в водоемах. Инвазия и эвазия кислорода. Вертикальное распределение кислорода в водоемах разного типа и факторы его определяющие. Заморы. Гипоксия и аноксия. Продуктивность водоемов и гипоксия. Зимние и летние заморы. Заморные зоны мирового океана. Возможные последствия гипоксии. Прогноз заморы в озерах.

Биогенные элементы. Растворенный неорганический углерод. Карбонатная буферная система. Азот. Биологическая фиксация азота. Аммонификация. Нитрификация. Денитрификация. Цикл азота. Вертикальное распределение азота в водоемах разного типа. Фосфор: общий, взвешенный, реактивный, биодоступный. Диффузные и точечные источники фосфора. Цикл фосфора. Морские птицы и цикл фосфора. Фосфор и уровни трофии водоемов. Вертикальное распределение фосфора в водоемах разного типа.

#### **IV. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНЫ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

Экологические зоны Мирового океана. Неритическая зона. Океаническая зона. Литораль, батраль, абиссаль, ультраабиссаль. Пелагиаль. Бенталь. Экологические зоны озер. Литораль. Профундаль. Эпилимнион. Металимнион. Гиполимнион. Трофогенная и трофолитические зоны. Экологические зоны рек. Рипаль. Медиаль.

#### **V. СООБЩЕСТВА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**Нейстон.** Гипонейстон. Эпинеястон. Особенности существования в поверхностной пленке. Методические приемы работы с организмами нейстона. Метафитон. Состав метафитона. Механизмы образования метафитона.

Экологические проблемы, связанные с формированием метафитона.

**Планктон.** Особенности существования во взвешенном состоянии. Голопланктон. Меропланктон. Размерная структура планктонного сообщества. Пикопланктон. Нанопланктон. Сетной планктон.

**Фитопланктон.** Альгофлора Беларуси. Основные таксономические группы. Токсический фитопланктон. Красные приливы. Методы сбора и определения биомассы. Расчет биомассы в столбе воды. Сезонная сукцессия фитопланктонных популяций. Хлорофилл в планктоне. Методы определения. Люминесцентная микроскопия. Пикопланктон и его продукционные возможности. Первичная продукция планктона. Методы определения первичной продукции. Зависимость первичной продукции от света, температуры, содержания биогенных элементов. Первичная продукция планктона в расчете на единицу объема и единицу площади водоема. Глобальное распределение первичной продукции в Мировом океане. Факторы, контролируемые уровень первичной продукции. Апвеллинги.

**Зоопланктон.** Основные группы зоопланктона. Протисты. Коловратки. Ветвистоусые. Веслоногие. Размерный спектр, стратегия питания и число Рейнольдса. Зоопланктон и пищевые цепи. Продукция зоопланктона как часть потока энергии. P/V-отношение. Скорость оборота. Время оборота. Фильтрационная активность зоопланктона. Вклад зоопланктона в продуктивность и процессы самоочищения водоемов.

**Зоо- и фитобентос.** Основные группы животных и растений, обитающих в донных биотопах. Взаимоотношение макрофитов и фитопланктона. Роль бентосных организмов в процессах формирования качества вод и продуктивности водоемов.

**Перифитон.** Особенности существования на границе раздела фаз. Биопленка и закономерности ее формирования. Виды перифитона. Эпифитон, эпилитон, эпипелон, эпипсаммон. Элементы перифитонного мата. Структура перифитонного мата. Долевое участие перифитона в первичной продукции озер. Роль перифитона в процессах формирования качества вод и продуктивности водоемов.

**Бактериопланктон.** Методы определения численности и биомассы бактерий в воде. Роль бактерий в трансформации вещества и энергии в водных экосистемах. Бактериальная петля. Продукция бактерий. Роль бактериопланктона в процессах формирования качества вод и продуктивности водоемов.

## VI. СЕСТОН И ДЕТРИТ

Компонентный состав **сестона**. Размерный спектр взвешенных веществ. Вклад сестона в деструкционные процессы. Соотношение легко и трудноокисляемого органического вещества в сестоне. Седиментация взвешенных веществ. Биогенные механизмы седиментации. Методы

определения скорости седиментации в озерах. Биопомпа. Роль сестона в процессах формирования качества вод и продуктивности водоемов.

**Детрит.** Соотношение между планктоном и детритом в водоемах разного типа и степени загрязнения. Закономерности образования и созревания детрита. Детрит как пищевой ресурс в водных экосистемах. Факторы, контролирующие утилизацию детрита в пищевых цепях. Детрит и микрофлора.

## **VII. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Эвтрофирование. Причины. Последствия. Внешняя и внутренняя биогенная нагрузка. Пищевые цепи и управление функционированием водных экосистем. Биоманипуляции как метод управления функционированием водных экосистем.

Кислотные дожди. Причины. Последствия.

Глобальное потепление: озера и Мировой океан. Биопомпа и выведение углекислоты из атмосферы.

Нарочанские озера. Экологические проблемы и пути их решения.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Дневная форма получения высшего образования**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Гидроэкология как наука. История развития гидроэкологии. Белорусская гидробиологическая школа	2						
2.	Вода в биосфере. Водные ресурсы Беларуси	2						
3.	Трофические типы озер	2						
4.	Свойства воды как среды обитания	2						
5.	Методы полевых и лабораторных гидроэкологических исследований				10			
6.	Свет в водных экосистемах	2					2	Промежуточный зачет в виде письменной работы (тесты, задания)
7.	Солевой состав. Растворенные газы	2						
8.	Биогенные элементы	2						
9.	Органическое вещество	2						
10.	Сестон и детрит	2						
11.	Бактерии в водных экосистемах	2						
12.	Экологические зоны в океанических и континентальных водах	2						
13.	Экологические группировки гидробионтов	2						

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Заочная форма получения высшего образования**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Гидроэкология как наука. Свойства воды как среды обитания	2						
2.	Трофические типы озер	2			2			
3.	Экологические зоны в океанических и континентальных водах	2						
4.	Экологические группировки гидробионтов	2						

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. *Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию / А.Ф. Алимов. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
2. *Алимов А.Ф.* Элементы теории функционирования экосистем / А.Ф. Алимов. СПб.: ЗИН РАН, 2000. 147 с.
3. *Зенкевич Л.А.* Биология морей СССР / Л.А. Зенкевич. М., 1963.
4. *Константинов А.С.* Общая гидробиология / А.С. Константинов. М.: Высшая школа, 1986. 466 с.
5. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. К.: Генеза, 2004. 664 с.

### Дополнительная:

1. *Бульон В.В.* Первичная продукция планктона внутренних водоёмов / В.В. Бульон. Л.: Наука, 1983. 150 с.
2. *Бреховских В.Ф.* Биота в процессах массопереноса в водных объектах / В.Ф. Бреховских, В.Д. Казмирук, Г.Н. Вишневская. М.: Наука, 2008. 315 с.
3. *Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг. Мн.: Издательство АН БССР, 1960. 329 с.
4. *Заварзин Г.А.* Лекции по природоведческой микробиологии / Г.А. Заварзин. М.: Наука, 2004. 348 с.
5. *Израэль Ю.А.* Антропогенная экология океана / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 528 с.
6. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. В 2-х томах. /И.А. Киселев. Л.: Наука. Т.1. 1969. – 658 с. Т.2. 1980. 439 с.
7. *Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С.П. Китаев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
8. *Крючкова Н.М.* Трофические взаимоотношения зоо– и фитопланктона / Н.М. Крючкова. М.: Наука, 1989. 124 с.
9. Океанология (Биология океана). Т. 1. Биологическая структура океана. М.: Наука, 1977. 398 с.
10. Океанология (Биология океана). Т.2. Биологическая продуктивность океана. М.: Наука, 1977. 399 с.
11. *Протасов А.А.* Пресноводный перифитон / А.А. Протасов. Киев: Наукова думка, 1994. 307 с.
12. *Сущеня Л.М.* Количественные закономерности питания ракообразных / Л.М. Сущеня. Минск: Наука и техника, 1975. 208 с.
13. *Федоров В.В.* О методах изучения фитопланктона и его активности / В.В. Федоров. М.: Наука, 1979. 168 с.
14. *Хатчинсон Д.* Лимнология / Д. Хатчинсон. М.: Мир, 1969. 403 с.

15. *Шитиков В.К.* Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

### **ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (дневная форма получения высшего образования)**

1. Полевые методы гидроэкологических исследований – 4 часа.
2. Определение концентрации растворенного в воде кислорода –2 часа.
3. Камеральная обработка проб фитопланктона, зоопланктона, перифитона и бентоса – 4 часа.

### **ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (заочная форма получения высшего образования)**

4. Определение концентрации растворенного в воде кислорода –2 часа.

### **ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Промежуточный зачет по разделу «Водная среда и ее характеристики» (2 часа).

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- компьютерные тестовые задания;
- устный опрос.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала предлагается использование рейтинговой системы.

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка (минимум 4, максимум 10 баллов) определяется по формуле:

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6,$$

где  $A$  – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,  
 $B$  – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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 учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Общая экология	общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Биотический круговорот	общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.

---

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № 7 от 30 октября 2015 г.)

(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

протокол № 7 от 30 октября 2015 г.