

Министерство образования Республики Беларусь  
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

  
В.А. Ботуш

08.09.


Регистрационный № 171 Н.072/тип.

Гидроэкология

Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности  
1-33 01 01 Биоэкология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического  
объединения по экологическому  
образованию

  
В.И. Дунай

2014 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь

  
С.И. Романюк

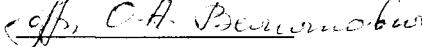
08.09. 2015 г.

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

  
И.В. Титович

20.08. 2015 г.

Эксперт-нормоконтролер

  
25.05.2015 2015 г.

Минск 2015

**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.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Виталий Павлович Семенченко, заведующий лабораторией гидробиологии Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси .

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 20 октября 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 27 ноября 2014 г.);

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 2 от 1 декабря 2014 г.).

Ответственный за редакцию: Макаревич Тамара Александровна

Ответственный за выпуск: Макаревич Тамара Александровна

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Гидроэкология» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология».

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.

Типовая учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам биологического профиля («Общая экология», «Зоология», «Ботаника» 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.

Программа рассчитана на 76 часов, из них аудиторных 36 часов (примерное распределение по видам занятий: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 12 часов). Если в качестве итоговой формы контроля предусмотрен экзамен, то на подготовку отводится от 28 до 54 часов на каждый экзамен дополнительно.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ тем	Наименование тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1.	Введение	2	2	–
2.	Водные ресурсы	2	2	
3.	Водная среда и ее характеристики	10	6	4
4.	Экологические зоны в водных экосистемах	2	2	–
5.	Сообщества водных экосистем	8	4	4
6.	Сестон и детрит	8	4	4
7.	Глобальные экологические проблемы и пути управления водными экосистемами	4	4	
<b>ИТОГО:</b>		<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>

### 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 меромиктические 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. Р/В-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.

## 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.

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

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, учебное пособие либо курс лекций, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам курса. Для общей оценки

качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

В качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.