

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 24.10.2023 16:16:55

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Кафедра экологии

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора Института мелиорации, водного хозяйства и строительства

имени А. Н. Костякова

Бенин Д. М.

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.13 Основы гидробиологии**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление/специальность: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Природопользование и экологически безопасная продукция

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

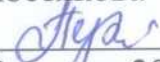
Разработчик: Евграфов А.В.  
к. т. н., доцент кафедры Экологии  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева



«08» июня 2023 г.

Рецензент: Пуховская Т. Ю.,

к. б. н., ведущий научный сотрудник аналитической лаборатории Отдела природо-  
охранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова



«08» июня 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО,  
профессиональных стандартов (26.008 Специалист в области экологических  
биотехнологий, 15.004 Специалист по водным биоресурсам и аквакультуре,  
40.117 Специалист по экологической безопасности (в промышленности)),  
ОПОП ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и  
природопользование и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры экологии  
протокол № 11/23 от «08» июня 2023 г.

Зав. кафедрой Васенёв И. И., д. б. н., профессор



«08» июня 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института мелиорации, водного хозяйства  
и строительства имени А. Н. Костякова  
Смирнов А. П., доцент, к. т. н.  
протокол № 7 от «19» июня 2023 г.



«19» июня 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
Васенёв И. И., д. б. н., профессор



«08» июня 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1.ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>4</b>
<b>2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>3.ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	14
<i>Примерная тематика курсовых работ:</i> .....	14
<i>Примерные темы докладов:</i> .....	15
<i>Тесты для рубежного контроля знаний студентов</i> .....	15
<i>Пример вопросов теста для бакалавров:</i> .....	15
<i>Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине</i> .....	23
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>26</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.3.НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	27
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	27
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>27</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.</b>	<b>27</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	<b>27</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>28</b>

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины

### Б1.В.13 «Основы гидробиологии» для подготовки бакалавров по направлению 05.03.06 Экология и природопользование,

### направленностям Экология, Природопользование и экологически безопасная продукция

**Целью освоения дисциплины:** формировать у студентов компетенций, которая позволит обеспечить способность вести профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере экологии, природопользования и охраны природы, нормами профессиональной этики; определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; принимать обоснованные эколого-экономические решения в различных областях жизнедеятельности; формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина «Основы гидробиологии» изучается на 3 курсе, 5 семестр. Дисциплина относится к дисциплинам по выбору в вариативной части дисциплин вуза.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В процессе обучения по курсу дисциплины у студента формируются следующие компетенции: УК-1.3, ПКос-2.1, ПКос-3.6, ПКос-4.2

**Краткое содержание дисциплины:** студенту необходимо получить свои знания в междисциплинарной науке по основам гидробиологии. В ходе курса изучить различные типы водных природных источников на планете Земля (рек, водоемов). Понимать и разбираться в экологических формах гидробионтов. Знать и уметь вычислять биологическую продуктивность водных экосистем Население океанов. Знать антропогенное влияние на океаны и континентальные водоемы. Разбираться в экологических аспектах сохранения чистой воды и охраны водных экосистем.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 3 зачетные единицы (108 часа), в том числе 4 часа практической подготовки.

**Итоговый контроль по дисциплине:** экзамен.

#### 1. Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы гидробиологии» является формирование у обучающихся студентов компетенций, которые позволят обеспечить способность вести профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере экологии, природопользования и охраны природы, нормами профессиональной этики; определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; принимать обоснованные эколого-экономические решения в различных областях жизнедеятельности; формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению. Помимо этого курс поможет сформировать способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, возможность проводить экспертно-аналитическую деятельность в различных практических областях народного хозяйства и в частности в экотоксикологии и биогеохимии с основами экогеохимии, биогеографии, гидробиологии, биоиндикации и биомониторинга, включая способность критически оценивать используемые методы отбора и полевых обследований основных компонентов экосистем, использовать основные методы контроля и регулирования состояния бассейнов рек и водных экосистем, работать в разных условиях практики и активно участвовать в подготовительных, полевых и лабораторных работах, а так же в камеральных работах и подготовке отчетной документации инженерно-экологических изысканий.

#### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы гидробиологии» относится к Блоку 1 Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Основы гидробиологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (26.008 Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий, 15.004 Специалист по водным биоресурсам и аквакультуре, 40.117 Специалист по экологической безопасности (в промышленности)) ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Дисциплина «Основы гидробиологии» является основополагающей для изучения дисциплин «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности», «Экологическое обоснование проектных решений природопользования», «Основы биоиндикации и биомониторинг окружаю-

шей среды», а также для прохождения преддипломной практики, работы над ВКР и в последующей профессиональной деятельности.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются Общая экология, Методы экологических исследований, Учение о биосфере с основами биоразнообразия, Химия.

Рабочая программа дисциплины «Основы гидробиологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Владеть современными методами поиска, сбора и обработки информации, включая критический анализ и синтез информации, полученной из различных источников.	научные основы учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении.	применять знания основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении в практической деятельности;	основными понятиями, терминами и определениями учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении
2.	ПКос-2	Иметь базовые знания и практические навыки в области экспертно-аналитической деятельности, экотоксикологии и биогеохимии с основами экогеохимии, биогеографии, гидробиологии, биоиндикации и биомониторинга, включая способность критически оценивать используемые методы отбора и полевых обследований основных компонентов экосистем	ПКос-2.1Имеет базовые знания и практические навыки в области биогеографии, гидробиологии, экотоксикологии, биоиндикации и биомониторинга	- гидробиологические методы отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, обработки анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, выявления источников, виды и масштабы техногенного воздействия.	применять гидробиологические методы отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, обработки анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, выявления источников, виды и масштабы техногенного воздействия.	гидробиологическими методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, обработки анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, выявления источников, виды и масштабы техногенного воздействия.

				масштабы техногенного воздействия.		
3.	ПКос-3	Обладать знаниями в области информационно-методического обеспечения контрольно-надзорной деятельности, включая методы отбора и полевых обследований основных компонентов экосистем, статистической и геостатистической обработки получаемых данных, экологического моделирования и прогнозирования, экологического мониторинга и системного анализа проблемных экологических ситуаций, экологического нормирования и проектирования, использования ГИС и данных дистанционного зондирования, экологического контроля и аудита, ОВОС и ООС	ПКос-3.6. Владеет основными методами контроля и регулирования состояния бассейнов рек и водных экосистем	- теоретические основы биогеографии, экологии животных, растений, микроорганизмов.	- применять теоретические знания по биогеографии экологии животных, растений и микроорганизмов на практике.	-владеть знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений, микроорганизмов.
4	ПКос-4	Способен разрабатывать, сопровождать и выполнять программы производственного экологического контроля на предприятии, проводить отдельные блоки экологических разделов проектной документации на основе проведения полевых и камеральных работ в рамках инженерно-экологических изысканий, расчетно-аналитические работы при нормировании воздействия на окружающую среду от действующих и проектируемых хозяйственных объектов	ПКос-4.2. Участвует в подготовительных, полевых и лабораторных работах, а так же в камеральных работах и подготовке отчетной документации инженерно-экологических изысканий	основы камеральных работ при заборе с водных экосистем	-проводить подготовительные мероприятия при работе в полевых и лабораторных научных исследованиях	Владеть анализом статистических первичных данных при исследовании и подготовке отчетной документации

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часа, их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестру № 5

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестру № 5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,4/4</b>	<b>50,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16/4	16/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>57,6</b>	<b>57,6</b>
<i>доклад (подготовка)</i>	8	8
<i>контрольная работа (подготовка)</i>	8	8
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	17	17
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
Раздел 1. Введение в гидробиологию.	22	6	9/1	4		3
Раздел 2. Экологические основы жизнедеятельности гидробионтов. Питание гидробионтов. Биологическая продуктивность водных экосистем. Эндогенное и экзогенное питание.	30	6	3/1	6		15
Раздел 3. Экологические основы охраны гидросферы. Экологические аспекты проблемы чистой воды и охраны водных экосистем Экологический мониторинг. Гидробиологический мониторинг. Методы гидробиологического мониторинга	29	4	4/2	6		15
Консультации перед экзаменом	2	-	-	-	2	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	-	-	-	-	24,6
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16/4</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>57,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16/4</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>57,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ГИДРОБИОЛОГИЮ

**Тема 1.1. Гидробиология как наука. Предмет, метод и задачи гидробиологии. Основные принципы и понятия гидробиологии.**

История возникновения и развития гидробиологии. Методика гидробиологических исследований. Учет пелагических и бентосных организмов.

Общие принципы и понятия гидробиологии. Стабильность и устойчивость экосистем. Факторы воздействия. Классификация факторов по направленности их действия.

Некоторые общие закономерности действия факторов среды на организмы. Правило лимитирующих факторов - «закон минимума» Либиха (1840 г.). Правило оптимума (В. Шелфорд, 1913 г.). Правило взаимодействия факторов.

**Тема 1.2. Типы водоемов на планете. Абиотические факторы в водной среде и адаптации к ним гидробионтов.**

Механико-динамические свойства воды и грунта. Плотность, вязкость и движение воды. Температура, свет, ионизирующая радиация. Растворенные и взвешенные в воде вещества (газы, минеральные соли и другие вещества).

Классификации природных вод по химическому составу. Общий химический состав природных вод. Растворенные газы ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2S$ ). Главные ионы в водах и их происхождение: макрокомпоненты ( $Cl$ ,  $SO_4$ ,  $HCO_3$ ,  $Na$ ,  $Mg$ ,  $Ca$ ,  $K$ ), микрокомпоненты ( $H$ ,  $NH_4$ ,  $NO_3$ ,  $H_2SiO_3$ ). Экологическое деление вод океана. Моря.

Условия жизни. Грунты. Водные массы Движение воды. Температура. Свет. Соленость. Биогены. Газовый режим. Специфичность условий свободной водной массы как биотопа. Воздействие на водное население температуры, света, звука, электричества и магнетизма Восприятие света, звука, электричества и магнетизма, давления и химизма воды. Движение гидробионтов. Активные движения: на поверхностной пленке, в толще воды, на грунте и других твердых субстратах. Пассивные передвижения: перенос токами воздуха, воды, на плавающих предметах и другими организмами.

**Тема 1.3. Жизненные формы населения гидросферы.**

Понятие о жизненных формах. Планктон. Криопланктон. Бактериопланктон. Простейшие. Зоопланктон (животный планктон). Фитопланктон (растительный планктон). Группировки пелагических организмов. Приспособления планктонных организмов к пелагическому образу жизни. Суточные миграции планктона и их адаптивная роль. Нейстон. Плейстон.

Нектон. Приспособления нектона к пелагическому образу жизни. Миграции пелагических организмов. Виды миграций

Макрофиты. Бентос. Пелагобентос. Биоценозы донных организмов. Группировки бентосных организмов. Приспособления организмов к донному образу жизни. Миграции бентосных организмов. Миграции гидробионтов (фито- и зоопланктона, бентоса) и их значение Перифитон (обрастания).

**Тема 1.4. Население Мирового океана. Состав и распределение обитателей пелагиали и бентоса.**

Физиологические адаптации представителей царства растений, населяющих разные глубины. Водоросли: Диатомовые, пиридинеевые, зеленые, бурые, красные. Их распространение и значение.

Физиологические адаптации представителей Царства животных-Беспозвоночные: Кишечно-полостные, Кольчатые черви, Членистоногие (ракообразные), Моллюски, иглокожие. Позвоночные: Рыбы, птицы, млекопитающие. Их распространение и значение.

Некоторые общие закономерности расселения гидробионтов в гидросфере. Ареалы гидро- бионтов. Особенности населения разных широтных зон, различных горизонтов воды и водоемов различной солености.

## **РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГИДРОБИОНТОВ. ПИТАНИЕ ГИДРОБИОНТОВ. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ. ЭНДОГЕННОЕ И ЭКЗОГЕННОЕ ПИТАНИЕ.**

**Тема 2.1. Кормовые ресурсы водоемов и кормовая база гидробионтов.**

Кормность водоемов. Способы добывания пищи на грунте и других твердых субстратах и в толще воды. Дифференцированный захват пищевых объектов.

Пищевая элективность и спектры питания гидробионтов. Фильтрация и детоксикация.

**Тема 2.2. Континентальные водоемы. Лентические и лотические экосистемы.**

Трофологическая классификация озер. Условия жизни. Население озер. Реки. Условия жизни. Типы болот. Население рек, водохранилищ, озер, прудов, болот. Каналы и водоемы оросительной системы. подземные воды и их население. пещерные воды.

Биологическая продуктивность водоемов. Первичная продукция водоемов. Способы оценки и выражения величины первичной продукции. Вторичная продукция водоемов. Способы выражения и оценки величины вторичной продукции.



### Тема 2.3. Биологические ресурсы гидросферы.

Освоение и воспроизводство ресурсов гидроресурсов. Антропогенное влияние на океаны. Влияние видов вселенцев на биоценозы. Марикультура и ее особенности в разных странах.

Охрана и повышение эффективности естественного воспроизводства промысловых гидробионтов. Акклиматизация гидробионтов (акклиматизация, интродукция). Аквакультура. Рыбоводство в озерах и водохранилищах.

Лимнокультура рыб. Прудовое рыбоводство. Садковое и бассейновое выращивание пресноводных рыб. Марикультура рыб. Аквакультура беспозвоночных. Культивирование водорослей.

## РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ГИДРОСФЕРЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

### Тема 3.1. Методы гидробиологического мониторинга.

Загрязнение водоемов. Антропогенная эвтрофикация и термофикация водоемов. Антропогенная трансформация водных экосистем.

### Тема 3.2. Эвтрофирование. Пути поступления в водоем органических веществ.

Антропогенное эвтрофирование. Система сапробности водоемов. Биологическое самоочищение водоемов и формирование качества воды. Методы определения экологического состояния водоема по фито и зоопланктону и зообентосу. Экологические основы очистки воды и борьбы с биотическими помехами

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Введение в гидробиологию</b>				
	<b>Тема 1.1.</b> Гидробиология как наука. предмет, метод и задачи гидробиологии. Основные принципы и понятия гидробиологии	<b>Лекция 1.</b> Общие принципы и понятия гидробиологии. Стабильность и устойчивость экосистем. Факторы воздействия. Классификация факторов по направленности их действия.	УК-1.3	Ответ на вопросы к экзамену	1
		<b>Практическая работа 1.</b> Общие закономерности действия факторов среды на организмы.	ПКос-2.1	опрос	1/0
	<b>Тема 1.2.</b> Типы водоемов на планете. Абиотические факторы в водной среде и адаптации к ним гидробионтов.	<b>Лекция 2.</b> Классификации природных вод по химическому составу. Общий химический состав природных вод. Растворенные газы (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S). Главные ионы в водах и их происхождение: макрокомпоненты (Cl, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , Na, Mg, Ca, K) / <i>Экологическое деление вод океана. Моря</i>	ПКос-2.1	Ответ на вопросы к экзамену	2
<b>Практическая работа 2.</b> Техника безопасности при работе на объекте (отбор проб) и в лаборатории.		ПКос-3.6	Опрос, доклад	2/0	

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	<b>Тема 1.3.</b> Жизненные формы населения гидросферы	<b>Лекция 3.</b> Понятие о жизненных формах. Планктон. Планктон. Криопланктон. Бактерио- планктон. Нейстон. Плейстон. Простейшие. Зоопланктон (животный планктон). Фитопланктон (растительный планктон). Приспособления организмов к пелагическому образу жизни. Миграции планктонных организмов. Нектон. Приспособления нектона к пелагическому образу жизни. Миграции пелагических организмов. Виды миграций	ПКос-3.6	Ответ на вопросы к экзамену	2
		<b>Практическое занятие 3.</b> Жизненные формы планктона, нектона и бентоса	ПКос-4.2	Опрос, тестирование	2/0,5
	<b>Тема 1.4.</b> Население Мирового океана. Состав и распределение обитателей пелагиали и бентоса.	<b>Лекция 4.</b> Физиологические адаптации представителей Царства животных-Беспозвоночные: Кишечно-полостные, Кольчатые черви, Членистоногие (ракообразные, насекомые), Моллюски, иглокожие. Позвоночные: Рыбы, птицы, млекопитающие	ПКос-4.2	Ответ на вопросы к экзамену	1
		<b>Практическое занятие 4-5.</b> Роль течений (Гольфстрима, Куроисио, Эль-Ниньо) в жизни гидробионтов Доклады по сообществам обитателей. Литорали, сублиторали. Глубины	ПКос-4.2	опрос, доклад	4/0,5
		Лабораторная работа 4. Определение и описание представителей царства растений по гербарным образцам	ПКос-3.6	Письменный отчет (определение контрольного гербарного образца)	4
2	<b>Раздел 2. Экологические основы жизнедеятельности гидробионтов. Питание гидробионтов. Биологическая продуктивность водных экосистем. Эндогенное и экзогенное питание.</b>				
	<b>Тема 2.1.</b> Кормовые ресурсы водоемов и кормовая база гидробионтов.	<b>Лекция 5.</b> Кормность водоемов. Способы добывания пищи на грунте и других твердых субстратах и в толще воды. Дифференци-	ПКос-2.1	Ответ на вопросы к экзамену	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		<p>рованный захват пищевых объектов. Пищевая элективность и спектры питания гидробионтов. Фильтрация и детоксикация.</p> <p><b>Лабораторная работа 5.</b> Определение и описание пищевой элективности и спектры питания гидробионтов. Фильтрация и детоксикация</p>	ПКос-2.1	отчет (определение контрольного гербарного образца)	6
	<b>Тема 2.2.</b> Континентальные водоемы. Лентические и лотические экосистемы.	<p><b>Лекция 6.</b> Трофологическая классификация озер. Условия жизни. Население озер. Реки. Условия жизни. Типы болот. Население рек, водохранилищ, озер, прудов, болот. Подземные воды и их население. Пещерные воды.</p> <p><b>Практическое занятие 6.</b> Отбор проб в открытом водоеме, биохимическая оценка воды</p>	ПКос-3.6	Ответ на вопросы к экзамену	2
	<b>Тема 2.3.</b> Биологические ресурсы гидросферы.	<p><b>Лекция 7.</b> Охрана и повышение эффективности естественного воспроизводства промысловых гидробионтов. Акклиматизация гидробионтов (акклиматизация, интродукция). Аквакультура. Рыбоводство в озерах и водохранилищах. Лимнокулыура рыб. Прудовое рыбоводство. Садковое и бассейновое выращивание пресноводных рыб. Марикультура рыб. Аквакультура беспозвоночных. Культивирование водорослей.</p> <p><b>Практическое занятие 7.</b> Доклады по видам - вселенцам морей России</p>	ПКос-2.1	Ответ на вопросы к экзамену	2
			ПКос-3.6	Опрос, тестирование	2/0,5
			ПКос-2.1	Опрос, доклад	1/0,5
3	<b>Раздел 3. Экологические основы охраны гидросферы. Экологические аспекты проблемы чистой воды и охраны водных экосистем Экологический мониторинг. Гидробиологический мониторинг. Методы гидробиологического мониторинга</b>				
	<b>Тема 3.1.</b> Методы гидробиологического мониторинга.	<b>Лекция 8.</b> Загрязнение водоемов. Антропогенная эвтрофикация и термофикация водоемов. Антропо-	ПКос-2.1	Ответ на вопросы к экзамену	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		генная трансформация водных экосистем			
		<b>Практическое занятие 8.</b> Определение экологического состояния водоема по фито- и зоопланктону и макрозообентосу	ПКос-2.1	Опрос, тестирование	2/1
		<b>Лабораторная работа 8.</b> Определение собранного в водоеме материала (планктона и бентоса) в лаборатории кафедры	ПКос-2.1	Фотоотчет. Видовой список собранного материала.	6
	<b>Тема 3.2.</b> Эвтрофирование. Пути поступления в водоем органических веществ.	<b>Лекция 9.</b> Антропогенное эвтрофирование. Система сапробности водоемов. Биологическое самоочищение водоемов и формирование качества воды.	ПКос-2.1	Ответ на вопросы к экзамену	2
		<b>Практическое занятие 9.</b> Методы определения экологического состояния водоема по фито и зоопланктону и зообентосу. Экологические основы очистки воды и борьбы с биотическими помехами	ПКос-2.1	Опрос, тестирование	2/1

\* в том числе 4 часа практической подготовки

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Компетенции
<b>Раздел 1. Введение в гидробиологию</b>			
1	<b>Тема 1.2.</b> Типы водоемов на планете. Абиотические факторы в водной среде и адаптации к ним гидробионтов.	Классификации природных вод по химическому составу. Общий химический состав природных вод. Растворенные газы (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S). Главные ионы в водах и их происхождение: макрокомпоненты (Cl, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , Na, Mg, Ca, K) / Экологическое деление вод океана. Моря	ПКос-2, ПКос-4.2
<b>Раздел 2. Экологические основы жизнедеятельности гидробионтов. Питание гидробионтов. Биологическая продуктивность водных экосистем. Эндогенное и экзогенное питание.</b>			
2	<b>Тема 2.2.</b> Континентальные водоемы. Лентические и лотические экосистемы.	Трофологическая классификация озер. Условия жизни. Население озер. Реки. Условия жизни. Типы болот. Население рек, водохранилищ, озер, прудов, болот. Подземные воды и их население. Пещерные воды.	ПКос-3.6
<b>Раздел 3. Экологические основы охраны гидросферы. Экологические аспекты проблемы чистой воды и охраны водных экосистем Экологический мониторинг. Гидробиологический мониторинг.</b>			

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Компетенции
<b>Методы гидробиологического мониторинга</b>			
	<b>Тема 3.2.</b> Эвтрофирование. Пути поступления в водоем органических веществ.	Методы определения экологического состояния водоема по фито и зоопланктону и зообентосу. Экологические основы очистки воды и борьбы с биотическими помехами	ПКос-2

### 5. Образовательные технологии

Перечень применённых образовательные технологии, используемых при реализации различных видов учебной работы (таблица 6):

- 1) Вопросы дискуссии
- 2) Темы семинаров (опросов)
- 3) Тесты для рубежного контроля знаний обучающихся
- 4) Перевод иностранных статей по тематике дисциплины
- 5) Примерная тематика докладов по курсу
- 6) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
2.	<p><b>ПЗ 1.</b> Общие закономерности действия факторов среды на организмы</p> <p><b>ПЗ 2.</b> Техника безопасности при работе на объекте (отбор проб) и в лаборатории.</p> <p><b>ПЗ 3.</b> . Жизненные формы планктона, нектона и бентоса.</p> <p><b>ПЗ 4-5.</b> Роль течений (Гольфстрима, Куроисио, Эль-Ниньо) в жизни гидробионтов Доклады по сообществам обитателей. Литорали, сублиторали. Глубины.</p> <p><b>ЛР 4.</b> Определение и описание представителей царства растений по гербарным образцам</p> <p><b>ЛР 5.</b> Определение и описание представителей царства животных по влажным препаратам</p> <p><b>ПЗ 6.</b> Отбор проб в открытом водоеме, биохимическая оценка воды.</p> <p><b>ПЗ 7.</b> Доклады по видам -вселенцам морей России.</p> <p><b>ПЗ 8.</b> Определение экологического состояния водоема по фито- и зоопланктону и макрозообентосу</p> <p><b>ЛР 8.</b> Определение собранного в водоеме материала (планктона и бентоса) в лаборатории кафедры</p>	<p>ПЗ</p> <p><b>ПЗ 1.</b> Обсуждение.</p> <p><b>ПЗ 2.</b> Доклады.</p> <p><b>ПЗ 3.</b> Тестирование</p> <p><b>ПЗ 4.</b> Обсуждение, доклады</p> <p><b>ПЗ 5.</b> Обсуждение, доклады</p> <p><b>ПЗ 6.</b> Тестирование</p> <p><b>ПЗ 7.</b> Обсуждение, доклады</p> <p><b>ПЗ 8.</b> Обсуждение, доклады</p>
3	<p><b>Работа с иностранной литературой-перевод научных статей с иностранного языка на русский</b></p>	<p><b>Иностраные журналы, индексируемые в базе данных Scopus, Web of Science</b></p>

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

**Вопросы дискуссии**

- 1) Типы водоемов в Российской Федерации.
- 2) Абиотические факторы в водной среде и адаптации к ним гидробионтов в условиях высоких широт
- 3) Экологические формы гидробионтов в тропической зоны.
- 4) Приспособительные процессы организмов к пелагическому образу жизни.

**Темы семинаров (опросов)**

1. Приспособления организмов к донному образу жизни.
2. Определение и описание бентосных организмов.
3. Определение и описание бентосных морских организмов
4. Антропогенное влияние на водоемы.

Примерная тематика курсовых работ:

1. Определение экологического состояния водоема методом Вудивисса.
2. Определение экологического состояния водоема методом Пантле-Бука.
3. Оценка чистоты воды прудов парка Покровско-Стрешнево.
4. Определение экологического состояния Большого садового пруда по макрозообенто<sup>с</sup>у.
5. Оценка чистоты воды Фермских прудов по фито- и зоопланктону.
6. Определение экологического состояния Головинских прудов.

7. Водоплавающие птицы Головинских прудов.
8. Оценка чистоты воды реки Лихоборки на разных ее участках.
9. Определение экологического состояния реки Сетунь.
10. Изменение макрозоотоса реки Лихоборки в верхнем и нижнем течении.
11. Определение экологического состояния прудов Измайловского парка.
12. Оценка состояния воды методом биоиндикации (на любом водоеме).
13. Река Лихоборка как место зимовки водоплавающих птиц окрестных прудов.
14. Сезонные изменения состава макрозообентоса реки Лихоборки.
15. Сезонные изменения состава макрозообентоса прудов парка Покровско-Стрешнево.
16. Определение тяжёлых металлов в воде и грунте водоема стоячего.
17. Определение тяжёлых металлов в воде и грунте водоема текучего (реки, ручья, родника).
18. Определение экологического состояния Останкинских прудов.
19. Сезонные изменения биогенных элементов (на примере азота и фосфора) в реке Сетунь.
20. Сезонные изменения биогенных элементов (на примере азота и фосфора) в Головинских прудах.

#### Примерные темы докладов:

1. Общие принципы и понятия гидробиологии.
2. Стабильность и устойчивость водных экосистем.
3. Факторы воздействия на водные экосистемы.
4. Классификация факторов по направленности их действия.
5. Некоторые общие закономерности действия факторов среды на водные организмы.
6. Главные ионы в водах и их происхождение: макрокомпоненты, микрокомпоненты.
7. Экологическое деление вод океана.
8. Моря.
9. Условия жизни в водной среде.
10. Грунты водных объектов
11. Водные массы. Движение воды.
12. Температура вод.
13. Световая составляющая водной среды.
14. Бентос. Пелагобентос.
15. Перифитон (обрастания).
16. Нейстон. Плейстон.
17. Приспособления у планктонных организмов, способствующие их удержанию в толще воды.
18. Цикломорфоз.
19. Причины сезонных вариаций организмов планктона.
20. Теория «парения».
21. Общая картина вертикального распределения планктона.
22. Вертикальное распределение водных организмов.
23. Факторы, обуславливающие вертикальное распределение зоопланктона: механические и биотические.
24. Физические и химические факторы водной среды.
25. Движение, миграции водных организмов
26. Физические и химические факторы водной среды.

#### **Тесты для рубежного контроля знаний студентов**

##### Пример вопросов теста для бакалавров:

1. **Концентрация кислорода в воде понижается при:**
  - А. Понижении давления
  - Б. Увеличении освещенности.
  - В. Повышении температуры.
  - Г. Уменьшении солености.
  
2. **К фитопланктону морей относятся:**

- А. Усоногие
- Б. Веслоногие
- В. Диатомовые водоросли
- Г. Коловратки

3. **Стеноэдафические гидробионты, обитающие на камнях, относятся к:**

- А. Псаммофилам
- Б. Литофилам
- В. Аргиллофилам

4. **При каких условиях вязкость воды уменьшается?**

- А. при повышении температуры,
- Б. при понижении температуры,
- В. При повышении солености,
- Г. при понижении солености.

5. **Экологическая группа бентос объединяет организмы:**

- А. Способные передвигаться за счет собственных мускульных усилий.
- Б. Обитающие на дне водоема.
- В. Пассивно плавающие и переносимые течениями.
- Г. Обитающие в зоне пленки поверхностного натяжения

6. **Приливо-отливная зона морей и океанов называется:**

- А. Пелагиаль
- Б. Бенталь
- В. Батиаль
- Г. Литораль

7. **Слабым поступлением биогенов, большой глубиной и прозрачностью, бедностью планктона и бентоса отличаются озера:**

- А. Дистрофные.
- Б. Олиготрофные
- В. Эвтрофные
- Г. Мезотрофные

8. **Организмы, обитающие в озерах, называются:**

- А. Амфибионтами
- Б. Лимнобионтами.
- В. Реофилами.

9. **Неглубокие озера с темной, непрозрачной водой, бедные биогенами. планктоном и бентосом относятся к:**

- А. Дистрофным.
- Б. Олиготрофным
- В. Эвтрофным
- Г. Мезотрофным

10. **Слоевище бурых водорослей может достигать в длину:**

- А. нескольких см.
- Б. 1-2 м
- В. 50 м

### Вопросы дискуссии

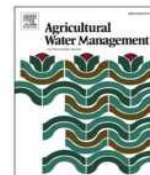
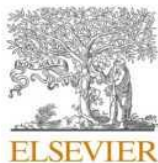
1. Типы водоемов в Российской Федерации.



2. Абиотические факторы в водной среде и адаптации к ним гидробионтов в условиях высоких широт
3. Экологические формы гидробионтов в тропической зоне.
4. Приспособительные процессы организмов к пелагическому образу жизни.

#### **Темы семинаров (опросов)**

1. Приспособления организмов к донному образу жизни.
2. Определение и описание бентосных организмов.
3. Определение и описание бентосных морских организмов
4. Антропогенное влияние на водоемы.
5. Определение и описание бентосных пресноводных организмов.



## An ecohydrological perspective of reconstructed vegetation in the semi-arid region in drought seasons

Yiben Cheng<sup>a,\*</sup>, Hongbin Zhan<sup>b</sup>, Wenbin Yang<sup>c</sup>, Qunou Jiang<sup>a</sup>, Yunqi Wang<sup>a</sup>, Fuqiang Guo<sup>d</sup>

<sup>a</sup> School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

<sup>b</sup> Department of Geology and Geophysics, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA

<sup>c</sup> Institute of Desertification Control, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100093, China

<sup>d</sup> College of Desert Control, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010000, China

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

*Pinus sylvestris* var. *Mongolica*  
Deep soil recharge  
Stem water storage  
Dry season  
Drought tolerance

### ABSTRACT

Desertification has long seriously threatened the ecological security of northern China, for which China has established the world's largest shelterbelt project. After 40 years of reconstruction of vegetation, the trend of desertification in northern China has been reversed. The shelterbelt forest project in northern China, however, at the same time, tells signs of degradation, and therefore its effectiveness has been questioned by scientists from various countries. In order to study the impact of the vegetation reconstruction process in the semi-arid area on the precipitation water redistribution process in this area, and how the reconstructed vegetation survives in dry season. This study selected the reconstruction *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* (PSM) forest on Mu Us sandy land as the research object, and used new lysimeters, stem flow meters, miniature weather stations, etc. to monitor the deep soil water penetration, stem flux. The purpose of this current study is to find out how PSM forest changed the process of precipitation water redistribution in this area, and how PSM adjusts its own water storage capacity to adapt to the annual precipitation changes. In wet years such as 2017, DSR is only 0.4 mm, soil water storage is reduced by 16 mm, and evapotranspiration is 324.6 mm. In a wet year such as 2016, the DSR is 1.4 mm, the soil water storage is enlarged by 38.06 mm, and the evapotranspiration is 466.94 mm. The results showed that the water consumption of PSM in Mu Us area and the precipitation water replenishment in this area reached a balance but blocked precipitation to recharge deep soil water and groundwater. The rain-fed PSM stem can be used as a reservoir unit to supply water consumption and adjusting the evapotranspiration intensity to adapt to changes in annual precipitation. This research has advanced our understanding of the scale of reconstruction vegetation utilization of precipitation and the utilization mechanism of tree stem storage water in semi-arid areas.

### 1. Introduction

According to the United Nations Convention to Combat Desertification, desertification refers to land degradation in arid, semi-arid and sub-humid region caused by various factors including climate variability and anthropogenic activities (Kassas, 1995). China is one of the countries that are most seriously affected by desertification in the world (Wang et al., 2013). According to the China Desertification Bulletin, published by the Forestry Administration of China, the total land area of desertification in China was  $262.37 \times 10^4$  km<sup>2</sup> by the end of 2018, accounting for 27.33 % of China's total land area. The Mu Us Sandy land is located in the middle of the ecotone between agriculture and husbandry

in northern China. Due to excessive reclamation and grazing in this area, ecological degradation (Wu and Ci, 2002). It is also lied in the forest-steppe-desert ecological stress zone, an important ecological barrier of China, and this unique location makes the local ecosystem vulnerable and sensitive to ecological, hydrological, and climatic changes (Yan et al., 2015). In order to slow down the movement of sands or even to fix sands in the arid and semi-arid sandy land (including Mu Us Sandy land), a massive artificial afforestation project called the Three North Shelterbelt Forest Project (3NSP) has been carried over the past several decades. After 40 years of continuous reconstruction, studies have shown that China currently accounts for 25 % of the global increase in leaf area, and approximately 42 % of China's green area comes from

\* Corresponding author.

E-mail address: [chengyiben@bjfu.edu.cn](mailto:chengyiben@bjfu.edu.cn) (Y. Cheng).

<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106488>

Received 19 May 2020; Received in revised form 24 August 2020; Accepted 25 August 2020

Available online 29 September 2020

0378-3774/© 2020 Elsevier B.V. All rights reserved.



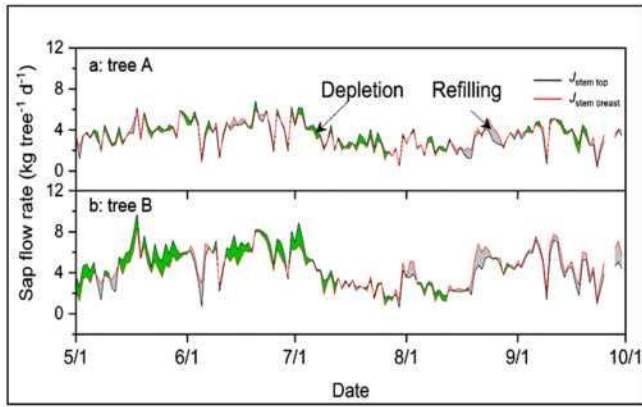


Fig. 3. Seasonal dynamics of daily average sap flow rates at two different heights, the stem top under the crown ( $J_{stem\_top}$ ) and the stem breast ( $J_{stem\_breast}$ ). The green area indicates the depleting of water in stem, the grey area indicates replenish of water in stem.

from stem top) and  $3.46 \text{ kg tree}^{-1} \text{ d}^{-1}$  ( $J_{stem\_breast}$  or flux from stem breast) for Tree A, and  $4.54 \text{ kg tree}^{-1} \text{ d}^{-1}$  ( $J_{stem\_top}$ ) and  $4.44 \text{ kg tree}^{-1} \text{ d}^{-1}$  ( $J_{stem\_breast}$ ) for Tree B. The maximum difference between  $J_{stem\_top}$  and  $J_{stem\_breast}$  is  $1.25 \text{ kg tree}^{-1} \text{ d}^{-1}$  for Tree A, and  $2.29 \text{ kg tree}^{-1} \text{ d}^{-1}$  for Tree B. The sum of the sap flow flux difference between the stem top and stem breast during observation time are  $9.7 \text{ kg}$  for Tree A, and  $16.5 \text{ kg}$  for Tree B, which account for about 2 % of the total transpiration.

Based on these data, one can infer that PSM in the Mu Us sandy land has utilized stem storage water to cope with the drought stress in dry seasons. According to Fig. 3, one can find that the water depleting and replenishing times for these two trees in one growing season are not completely consistent with each other, despite the fact that these two trees are not far from each other (within distances less than 10 m). The soil moisture at the site does not change noticeably in space, but the depletion and replenish of stem water of these two samples appear to be unsynchronized. The reason of such an unsynchronized phenomenon is unclear and needs further investigation.

### 3.3. Sap flow rate variation at different heights

To calculate the difference in stem sap flow startup time measured by stem flow sensors at different heights during the growing season, a cross-correlation analysis of sap flow startup time between stem top and stem breast was conducted. As shown in Fig. 4, the results show that the time lag of the upper and lower parts of the flow rate varies within the range of 0–60 min s. According to the difference between the size of the sapwood (Tree A,  $101.5 \text{ cm}^2$ ; Tree B  $160.8 \text{ cm}^2$ ) and the delay time (0–10 min.; 20–60 min s) of these two samples in Table 1, one can infer that a larger sapwood area of the stem leads to a greater water storage capacity, and a longer delay of the startup time of the stem sap flow at stem top and stem breast, and eventually a stronger drought tolerance. The relationship between the sapwood area and the stem flow startup time lag identified in this study does not appear to be reported before for PSM in semi-arid regions.

### 3.4. Daily depletion and replenish of tree stem water storage

To study the daily stem water storage depletion and replenishment process, this research selects three sunny days during the test period, July 10–12, 2019 with no obvious soil water deficit, and monitors the sap flow rate at stem top and stem breast. The results show that the rate of sap flow at stem top rises generally faster than that at stem breast during the early morning. The sap flow rate at stem top starts to rise at about 5 am, and the sap flow at stem breast starts to rise at a slightly later time. Such a time lag will lead to depletion of stem water storage. The

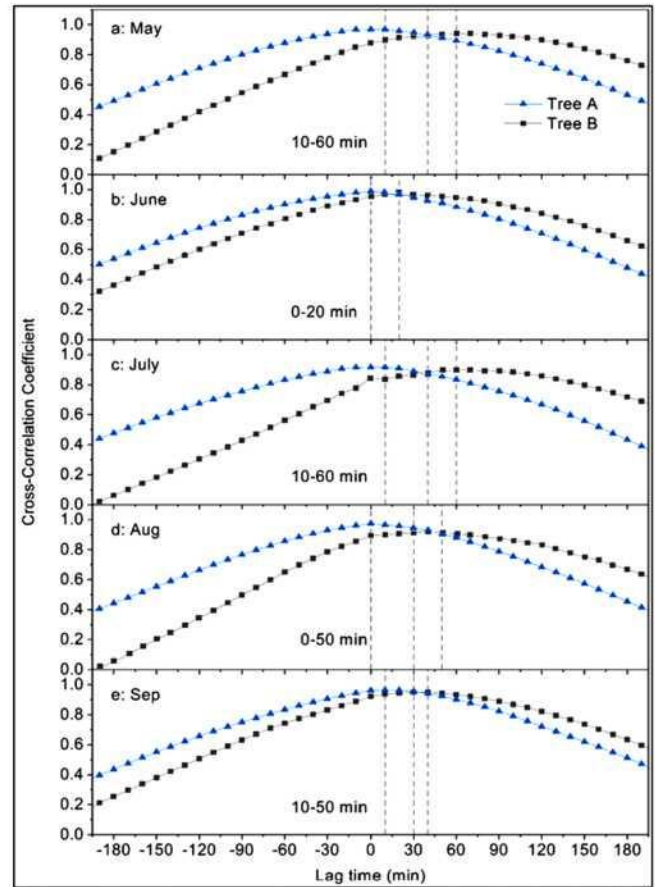


Fig. 4. Sap flow start-up time lag between stem top and stem breast.

sap flow rates at stem top and stem breast reach equilibrium around 12:00 pm, and rapidly decrease afterward. However, the sap flow rate at stem top declines more rapidly than that at stem breast, leading to replenishment of stem water, as shown in Fig. 5.

Fig. 5 shows that two sample trees have the same depletion and replenishment phenomenon. The sap flow rate of sample Tree B is greater than that of Tree A, by comparing the sapwood area of the two trees (Tree A,  $101.5 \text{ cm}^2$ ; Tree B  $160.8 \text{ cm}^2$ ). From Figs. 5, one can conclude that the stem sap flow rate is related to the growth status of the tree. As shown in Fig. 5, the stem water storage is in a state of replenishment before 6 am; while it is in a state of depletion between 6 am and 12 pm. After 12 pm, the stem water storage is in the replenishment state again. Although the exact time durations of depletion and replenishment of these two samples are slightly different, the general trends are somewhat the same. One can concludes that in a daily basis, the stem water storage is in a state of depletion at 6 am to 12 pm, and in a replenishing state from 12 pm to 6 am. We only have two trees as experimental samples, and the stem water depletion and refilling of PSM with a larger diameter at breast height are obviously higher. From this observation, it appears that it is a common phenomenon for PSM to utilize stem water storage to cope with drought stress, the larger the stem diameter, the greater the stem water storage capacity.

### 3.5. Drought stress influence on the capability of utilizing stem water storage

To find out tree drought endurance capacity and tree stem water storage changes on soil moisture deficit, we select 60 stem flow rates under different drought stress (REW) during the observation period, the statistics of the sap flow rates of stem top and stem breast show that both stem flow rates decrease when the soil moisture declines (Fig. 6). The



## Appendix A. Supplementary data

Supplementary material related to this article can be found, in the online version, at doi:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106488>.

## References

- Aguadé, D., Poyatos, R., Gómez, M., Oliva, J., Martínez-Vilalta, J., 2015. The role of defoliation and root rot pathogen infection in driving the mode of drought-related physiological decline in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Tree Physiol.* 35 (3), 229–242.
- Bargués Tobella, A., Reese, H., Almaw, A., Bayala, J., Malmer, A., Laudon, H., 2014. The effect of trees on preferential flow and soil infiltrability in an agroforestry parkland in semiarid Burkina Faso. *Water Resour. Res.* 50 (4), 3342–3354.
- Blum, A., 2011. *Plant Breeding for Water-limited Environments*. Springer Science & Business Media.
- Bochet, E., García-Fayos, P., 2004. Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia, Spain. *Restor. Ecol.* 12 (2), 166–174.
- Bromley, J., Brouwer, J., Barker, A., Gaze, S., Valentine, C., 1997. The role of surface water redistribution in an area of patterned vegetation in a semi-arid environment, south-west Niger. *J. Hydrol. (Amst)* 198 (1–4), 1–29.
- Čermák, J., Kučera, J., Bauerle, W.L., Phillips, N., Hincley, T.M., 2007. Tree water storage and its diurnal dynamics related to sap flow and changes in stem volume in old-growth Douglas-fir trees. *Tree Physiol.* 27 (2), 181–198.
- Chen, C., Park, T., Wang, X., Piao, S., Xu, B., Chaturvedi, R.K., Fuchs, R., Brovkin, V., Giais, P., Fensholt, R., 2019. China and India lead in greening of the world through land-use management. *Nat. Sustain.* 2 (2), 122–129.
- Cheng, Y., Zhan, H., Yang, W., Dang, H., Li, W., 2017. Is annual recharge coefficient a valid concept in arid and semi-arid regions? *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21 (10), 5031.
- Cheng, Y., Li, Y., Zhan, H., Liang, H., Yang, W., Zhao, Y., Li, T., 2018. New comparative experiments of different soil types for farmland water conservation in arid regions. *Water* 10 (3), 298.
- Chone, X., Van Leeuwen, C., Dubourdieu, D., Gaudillère, J.P., 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Ann. Bot.* 87 (4), 477–483.
- Doerr, S., Shakesby, R., Walsh, R., 2000. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth. Rev.* 51 (1–4), 33–65.
- Domingo, F., Sánchez, G., Moro, M., Brenner, A., Puigdefàbregas, 1998. Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. *Agric. For. Meteorol.* 91 (3–4), 275–292.
- Downing, T.E., Ringius, L., Hulme, M., Waughray, D., 1997. Adapting to climate change in Africa. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 2 (1), 19–44.
- Feng, X., Fu, B., Piao, S., Wang, S., Ciais, P., Zeng, Z., Lü, Y., Zeng, Y., Li, Y., Jiang, X., 2016. Revegetation in China's Loess Plateau is approaching sustainable water resource limits. *Nat. Clim. Chang.* 6 (11), 1019–1022.
- Goldstein, G., Andrade, J., Meinzer, F., Holbrook, N., Cavelier, J., Jackson, P., Celis, A., 1998. Stem water storage and diurnal patterns of water use in tropical forest canopy trees. *Plant Cell Environ.* 21 (4), 397–406.
- Hatch, C.E., Fisher, A.T., Revenagh, J.S., Constantz, J., Ruehl, C., 2006. Quantifying surface water-groundwater interactions using time series analysis of streambed thermal records: method development. *Water Resour. Res.* 42 (10).
- Hincley, T.M., Lassoie, J.P., Running, S.W., 1978. Temporal and spatial variations in the water status of forest trees. *For. Sci.* 24 (suppl\_1), a0001–a0001.
- Hsiao, T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24 (1), 519–570.
- Hsiao, T.C., Acevedo, E., 1975. Plant Responses to Water Deficits, Water-use Efficiency, and Drought Resistance. *Developments in Agricultural and Managed Forest Ecology*. Elsevier.
- Kassas, M., 1995. Desertification: a general review. *J. Arid Environ.* 30 (2), 115–128.
- Köcher, P., Horna, V., Leuschner, C., 2013. Stem water storage in five coexisting temperate broad-leaved tree species: significance, temporal dynamics and dependence on tree functional traits. *Tree Physiol.* 33 (8), 817–832.
- Li, X., Shi, P., Liu, L., Gao, S., Wang, X., Cheng, L., 2005. Influence of pebble size and cover on rainfall interception by gravel mulch. *J. Hydrol. (Amst)* 312 (1–4), 70–78.
- Mayoral, C., Pardos, M., Sánchez González, M., Brendel, O., Pita, P., 2016. Ecological implications of different water use strategies in three coexisting mediterranean tree species. *For. Ecol. Manage.* 382, 76–87.
- Meinzer, F.C., James, S.A., Goldstein, G., Woodruff, D., 2003. Whole-tree water transport scales with sapwood capacitance in tropical forest canopy trees. *Plant Cell Environ.* 26 (7), 1147–1155.
- Moreira, M.Z., da Silveira, L., Nepstad, D.C., 2000. Vertical patterns of soil water uptake by plants in a primary forest and an abandoned pasture in the eastern Amazon: an isotopic approach. *Plant Soil* 222 (1–2), 95–107.
- Mueller, R.C., Scudder, C.M., Porter, M.E., Talbot Trotter III, R., Gehring, C.A., Whitham, T.G., 2005. Differential tree mortality in response to severe drought: evidence for long-term vegetation shifts. *J. Ecol.* 93 (6), 1085–1093.
- Nadezhdina, N., Steppe, K., De Pauw, D.J., Bequet, R., Čermák, J., Ceulemans, R., 2009. Stem-mediated hydraulic redistribution in large roots on opposing sides of a Douglas-fir tree following localized irrigation. *New Phytol.* 184 (4), 932–943.
- Phillips, N., Bond, B.J., McDowell, N.G., Ryan, M.G., 2002. Canopy and hydraulic conductance in young, mature and old Douglas-fir trees. *Tree Physiol.* 22 (2–3), 205–211.
- Scholz, F.G., Bucci, S.J., Goldstein, G., Meinzer, F.C., Franco, A.C., Miralles-Wilhelm, F., 2007. Biophysical properties and functional significance of stem water storage tissues in Neotropical savanna trees. *Plant Cell Environ.* 30 (2), 236–248.
- Song, L., Zhu, J., Li, M., Yu, Z., 2014. Water utilization of *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* in a sparse wood grassland in the semiarid sandy region of Northeast China. *Trees* 28 (4), 971–982.
- Song, L., Zhu, J., Yan, Q., Li, M., Yu, G., 2015. Comparison of intrinsic water use efficiency between different aged *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* wide windbreaks in semiarid sandy land of northern China. *Agrofor. Syst.* 89 (3), 477–489.
- Sperry, J., Hacke, U., Oren, R., Comstock, J., 2002. Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply. *Plant Cell Environ.* 25 (2), 251–263.
- Steppe, K., Sterck, F., Deslauriers, A., 2015. Diel growth dynamics in tree stems: linking anatomy and ecophysiology. *Trends Plant Sci.* 20 (6), 335–343.
- Wang, F., Pan, X., Wang, D., Shen, C., Lu, Q., 2013. Combating desertification in China: past, present and future. *Land Use Policy* 31, 311–313.
- Wilkinson, S., Davies, W.J., 2002. ABA-based chemical signalling: the co-ordination of responses to stress in plants. *Plant Cell Environ.* 25 (2), 195–210.
- Wu, B., Ci, L., 2002. Landscape change and desertification development in the mu us sandland, Northern China. *J. Arid Environ.* 50 (3), 429–444.
- Yan, F., Wu, B., Wang, Y., 2015. Estimating spatiotemporal patterns of aboveground biomass using Landsat TM and MODIS images in the Mu Us Sandy Land, China. *Agricultural Forest Meteorology* 200, 119–128.
- Yang, L., Zhang, H., Chen, L., 2018. Identification on threshold and efficiency of rainfall replenishment to soil water in semi-arid loess hilly areas. *Science China: Earth Sciences* 61 (3), 292–301.
- Zhu, J., Kang, H., Tan, H., Xu, M., 2006. Effects of drought stresses induced by polyethylene glycol on germination of *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* seeds from natural and plantation forests on sandy land. *J. For. Res.* 11 (5), 319–328.
- Zhu, J., Li, F., Xu, M., Kang, H., Wu, X., 2008. The role of ectomycorrhizal fungi in alleviating pine decline in semiarid sandy soil of northern China: an experimental approach. *Ann. For. Sci.* 65 (3), 1–12.

## Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. История возникновения и развитие гидробиологии.
2. Разделы гидробиологии.
3. Физические факторы водной среды.
4. Химические факторы водной среды.
5. Характеристика плотности, вязкости и движения воды.
6. Морские течения, классификация течений. Их роль в жизни гидробионтов.
7. Экологические группы гидробионтов (планктон, нектон, бентос, перифитон, нейстон и плейстон).
8. Формы и типы передвижения водных обитателей.
9. Структура, плотность и распределение популяций.
10. Возрастной и половой состав популяций.
11. Формы размножения гидробионтов.
12. Плодовитость, смертность и выживаемость популяций.
13. Формы питания и пища автотрофных и гетеротрофных гидробионтов.
14. Биогены и их доступность для гидробионтов.
15. Кормовые ресурсы водоемов и кормовая база гидробионтов.
16. Типы грунтов. Способы добывания пищи на грунте и других твердых субстратах и в толще воды.
17. Пищевая элективность и спектры питания гидробионтов.
18. Структурные и функциональные особенности биоценозов водных организмов.
19. Межвидовые отношения в биоценозах. Цепи питания.
20. Приспособления организмов к пелагическому образу жизни. Миграции гидробионтов. Виды и значение миграций.
21. Приспособления организмов к донному образу жизни. Миграции бентосных организмов.
22. Особенности населения различных горизонтов морской воды.
23. Виды вселенцы и их влияние на морские и речные биоценозы.
24. Классификация континентальных водоемов.
25. Население рек, водохранилищ, озер, прудов.
26. Типы озер. Обитатели пресноводных озер.
27. Типы болот. Население болот и подземных вод.
26. Биологическая продуктивность водоемов.
27. Факторы, определяющие величину первичной продукции.
28. Биологический анализ качества вод. Сапробность. Виды - индикаторы.
29. Оценка состояния пресного водоема зообентосу и фито и зоопланктону.
30. Антропогенное воздействие на океан. Развитие рыболовства и марикультуры.
31. Обитатели морской литорали.
32. Пелагические обитатели.
33. Донные морские обитатели.
34. Гидробионты речных водоемов

### 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Обобщённые критерии представлены в таблице 8.

Таблица 8

#### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на</b>

	<b>уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

### Критерии оценки участия в дискуссии

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он уверенно отвечает на все дискуссионные вопросы, знает терминологию, свободно оперирует данными по дискуссионному вопросу, приводит экспертные оценки, ссылается на авторов, изучавших данный вопрос;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он отвечает на большую часть (75%) вопросов дискуссии, знает терминологию, оперирует данными по дискуссионному вопросу, может дать некоторые экспертные оценки;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он понимает степень дискуссионной темы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту за примеры не по существу вопроса.

### Темы семинаров (опросов)

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он уверенно отвечает все по теме семинара, знает терминологию, свободно оперирует данными по теме семинара, приводит экспертные оценки, ссылается на авторов, изучавших данный вопрос;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он отвечает на большую часть (75%) вопросов по теме семинара, знает терминологию, оперирует данными по теме семинара, может дать некоторые экспертные оценки;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он понимает сущность по теме семинара;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту за непонимания темы семинара.

### Тесты для рубежного контроля знаний обучающихся

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он уверенно решает все тестовые задания;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он решает правильно большую часть (75%) тестовых заданий;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решает половину (50%) тестовых заданий;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту если он не решает половину (50%) тестовых заданий;

### Перевод иностранных статей по тематике дисциплины



- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он грамотно, отлично (аутентично, построчно) переводит статью (не машинный перевод), правильно переводит терминологию и иллюстративный материал;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он хорошо, грамотно (аутентично, построчно) переводит статью (не машинный перевод), правильно переводит терминологию и иллюстративный материал;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он не грамотно, удовлетворительно (построчно, аутентично) переводит статью, использует машинный перевод, слабо переводит терминологию и иллюстративный материал;

- оценка **«неудовлетворительно»** если он безграмотно переводит статью, используя только машинный перевод, неправильно переводит терминологию и иллюстративный материал.

### **Критерий оценки докладов**

Темы докладов распределяются между студентами в начале семестра. Доклады зачитываются на практических (семинарских) занятиях в виде презентаций в формате pptx, широко используя иллюстративный материал. Студенты группы могут задавать вопросы, участвовать в собеседовании и получать оценки за обсуждение темы.

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент корректно ответил на все вопросы по исследуемой теме, тема раскрыта полностью, задачи, поставленные в работе, выполнены и цель работы достигнута, в этом случае компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне, широко используя иллюстративный материал и статистические данные;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ответил корректно на 70% поставленных вопросов и более 70%, содержание доклада полностью соответствует теме исследования, широко используя иллюстративный материал и статистические данные;

- оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент ответил корректно на 50% поставленных вопросов и более 50%, содержание доклада в основном соответствует теме исследования, при этом компетенции считаются освоенными на базовом уровне, мало используя иллюстративный материал и статистические данные;

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если он не смог ответить на 50% поставленных вопросов, если доклад по форме и содержанию не соответствует предъявляемым требованиям, нет иллюстративного материала и статистических данных, и в этом случае компетенции считаются не освоенными.

### **Критерий оценки курсовой работы (реферата)**

Темы курсовой работы (реферата) распределяются между студентами в начале семестра. Работы пишутся письменно **в формате docx**, обязательно используя иллюстративный материал (графики, рисунки, схемы, диаграммы, таблицы и т.д.). Работы должны оформляться согласно ГОСТу (ГОСТ Р 7.0.100-2018 оформление списка литературы).

Критерии оценки работы

- оценка **«отлично» («высокий уровень»)** выставляется студенту, если студент правильно оформил работу (ГОСТ Р 7.0.100-2018 оформление списка литературы). Тема реферата раскрыта полностью, задачи, поставленные в работе и цель работы достигнуты. По ходу работы выставлены источники из списка литературы. В реферате в достаточной мере использован иллюстративный статистический материал (графики, рисунки, схемы, диаграммы, таблицы и т.д.), в конце работы сделаны выводы, представлен список использованной литературы (русской и иностранной), с обязательной «свежими» источниками за последние 5 лет, низкий процент плагиата (10-15%).

- оценка **«хорошо» («средний уровень»)** выставляется студенту, если студент не совсем правильно оформил работу (ГОСТ Р 7.0.100-2018 оформление списка литературы). Тема реферата раскрыта не полностью, задачи, поставленные в работе и цель слабо прописаны. По ходу работы недостаточно выставлены источники из списка литературы. В реферате слабо представлен иллюстративный статистический материал (графики, рисунки, схемы, диаграммы, таблицы и т.д.), в конце работы сделаны нечеткие выводы, список использованной литературы

небольшой (русской и иностранной), мало «свежих» источников за последние 5 лет, средний процент плагиата (16-20%).

-оценка «удовлетворительно» («низкий уровень») выставляется студенту, если студент не совсем правильно оформил работу (ГОСТ Р 7.0.100-2018 оформление списка литературы). Тема реферата не полностью раскрыта, задачи, поставленные в работе и цель работы не достигнуты. По ходу работы не выставлены источники из списка литературы. В реферате очень мало иллюстративного статистического материала (графики, рисунки, схемы, диаграммы, таблицы и т.д.), в конце работы сделаны общие пространственные выводы, представлен список использованной литературы слабого качества (нет иностранных авторов, старые источники и сплошные интернет источники), высокий процент плагиата (21-40%).

-оценка «неудовлетворительно» («очень низкий уровень») выставляется студенту, если студент неправильно оформил работу (ГОСТ Р 7.0.100-2018 оформление списка литературы). Тема реферата не раскрыта полностью, задачи, поставленные в работе и цель работы не достигнуты. По ходу работы не выставлены источники из списка литературы. В реферате нет иллюстративного статистического материала (графики, рисунки, схемы, диаграммы, таблицы и т.д.), в конце работы не сделаны выводы, представлен список использованной литературы плохо качества (нет иностранных авторов, старые источники и сплошные интернет источники), высокий процент плагиата (>40%).

### **Критерии оценки за ответы на вопросы экзамена (установленные кафедрой):**

3 вопроса, время подготовки — 30 минут.

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно ответил на все вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно воспроизвёл не менее 75% информации;
- оценка "удовлетворительно" выставляется, если студент ответил корректно на 50% поставленных вопросов, при этом компетенции считаются освоенными на базовом уровне;
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если он не смог ответить на 2 вопроса (<50%) поставленных вопросов.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Сиротина, М. В. Гидробиология : учебное пособие / М. В. Сиротина, Л. В. Мурадова, О. Н. Ситникова, Т. Л. Соколова. — Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. — 104 с. — ISBN 978-5-8285-1119-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176317>
2. Шошина, Е. В. Гидробиология. Морские экосистемы. Практикум : учебное пособие для вузов / Е. В. Шошина, В. И. Капков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8694-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200348>

### **7.2 Дополнительная литература**

3. Спирина, Е. В. Практикум по дисциплине «Прикладная гидробиология» : учебное пособие / Е. В. Спирина. — Ульяновск : УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2012. — 187 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133799>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кузьмин, С. Ю. Гидробиология : учебное пособие / С. Ю. Кузьмин. — Калининград : КГТУ, 2013. — 106 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197958>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Протасов, А.А. Смена парадигмы в технической гидробиологии: от изучения локального воздействия к концепции водных техноэкосистем ТЭС и АЭС / А. А. Протасов // Трансформация экосистем. — 2021. — № №4(1). — С. 69-76. — ISSN 2619-094X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314283>

### 7.3. Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 01.01.2016) «Об //охране окружающей среды».
2. Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 N 681 (ред. от 10.07.2014) «О государственном ЭМ и государственном фонде данных ГМОС».
3. Приказ Росрыболовства от 18 января 2010 г. №30 «Об утверждении нормативов качества воды ВО рыбо-хозяйственного значения, в т. ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах ВО рыбо-хозяйственного значения».

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Король Т.С. Написание курсовой работы по дисциплине «Гидробиология» Методические указания. М. Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 31с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.biblioclub.ru> (в открытом доступе)
2. <http://www.nature.ru> - сайт по всем разделам биологии, медицины, генетики, физиологии (в открытом доступе)
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru> (в открытом доступе)
4. Библиотека по естественным наукам РАН <http://www.benran.ru/> (в открытом доступе)
5. <http://www.wikipedia.org> (в открытом доступе)
6. <http://www.green.tsu.ru> - Официальный сайт Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды. (в открытом доступе)
7. <http://www.mnr.gov.ru> - Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. (в открытом доступе)
8. <http://ecograde.bio.msu.ru> - Информационная система «экология пресных вод России» (в открытом доступе)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Справочная правовая система Консультант Плюс. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 1.09.2018)
2. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>  
Могут быть использованы информационные, справочные и поисковые системы: Rambler, Google, Яндекс.

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
№28/16 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для группо-	1. Парты 13 шт. 2. Доска меловая 1 шт. 3. Анемометр с210134000001058) 4. БАРОМЕТР PR-ZISIONS-BAROMETR GTD (Инв.№210134000001057) 5. Газоанализатор химический в футляре 4 шт. (Инв.№410134000000147, Инв.№410134000000148, Инв.№410134000000149, Инв.№410134000000150)

<p><i>вых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<p>6.Измеритель уровня шума CENTER 325 2 шт. (Инв.№210134000000780, Инв.№210134000000781)  7.Многофункциональный измеритель 4 в 1 (Инв.№210134000000277)  8.Монитор 17" Samsung Sync Master (Инв.№410134000000135)  9.Мультимедия-проектор Optoma EzPro 585 (Инв.№210134000000038)  10.Персональный компьютер (Инв.№210134000000931)  11.Персональный компьютер для инженерной работы 8 шт. (Инв.№210134000000784, Инв.№210134000000792, Инв.№210134000000793, Инв.№210134000000795, Инв.№210134000000799, Инв.№210134000000800, Инв.№210134000000802, Инв.№210134000000803)  12.Плоттер HPDJ 450C C4715A (Инв.№410134000000719)  13.Рулонный настенный экран Draper Luma 178x178, белый матовый (Инв.№410136000000720)  14.Телевизор Samsung CS-7272 PTR (Инв.№410134000000008)  15.Фотоаппарат Canon A590 IS PowerShot (Инв.№410134000000910)</p>
<p>№28/9  <i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<p>1. Парты 18 шт.  2. Доска меловая 1 шт.  3.Комплект-лаборатория "НКВ-Р" (Инв.№210124000602026)  4.Компьютер Ноутбук Toshiba Satelite-5105 (Инв.№210134000000990)  5.Микроскоп Yntel QX3 Computer (Инв.№210134000000210)  6.Микроскоп Микмед 14 шт. (Инв.№ 410134000000141, Инв.№ 410134000000142, Инв.№ 410134000000143, Инв.№ 410134000000144)  7.Монитор 20" 0.28 Philips 200 BLR (Инв.№ 410134000000132)  8.Проектор NEC V260W(G) (Инв.№ 410134000001133)  9.Рулонный наст.экран Draper Luma (ост) (Инв.№ 210136000001728)</p>
<p>№28/9  <i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<p>1. Парты 18 шт.  2. Доска меловая 1 шт.  3. Комплект-лаборатория "НКВ-Р" (Инв.№210124000602026)  4. Компьютер Ноутбук Toshiba Satelite-5105 (Инв.№210134000000990)  5. Микроскоп Yntel QX3 Computer (Инв.№210134000000210)  6. Микроскоп Микмед 1 4 шт. (Инв.№ 410134000000141, Инв.№ 410134000000142, Инв.№ 410134000000143, Инв.№ 410134000000144)  7. Монитор 20" 0.28 Philips 200 BLR (Инв.№ 410134000000132)</p>

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем) и самостоятельной работы обу-

чающихся. Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия, семинары (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОПОДГОТОВКЕ

При изучении тем дисциплины желательнее обращаться к исходным нормативно-правовым и нормативно-техническим документам. При этом следует следить за тем, чтобы документ был действующим. Некоторые упомянутые редакции документов на момент проведения занятий могут оказаться уже не действующими.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО УЧАСТИЮ В ДИСКУССИЯХ

Залогом успешной работы является полноценная теоретическая подготовка к практическим занятиям, включающая изучение с разбором тем является предварительное изучение истории вопроса, терминологии и научной литературы (учебники и статьи).

Во время дискуссии следует:

Выступать по очереди, установленной ведущим. Не перебивать говорящего.

Чётко формулировать свои мысли, подкрепляя доводы ссылками на положения нормативных актов и примерами из области охраны природы и природопользования.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ДОКЛАДОВ

В начале выступления ставить цели и задачи. Кратко объяснять, о чём пойдёт речь в докладе. Выразить актуальность темы.

В основной части по возможности избежать монотонного зачитывания больших выкопировок из нормативных актов. Дать как можно больше живых примеров.

В конце выступления выразить собственное мнение и сказать, достигнута ли поставленная вначале цель.

#### ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ

Студент, пропустивший занятия обязан ликвидировать задолженность в часы консультаций путём предоставления конспекта по пропущенной теме, и устного ответа на вопрос по отработываемой теме либо доклада в часы аудиторной работы по теме, согласованной с преподавателем.

### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

В процессе преподавания дисциплины «Основы гидробиологии» необходимо объяснить студентам, что в современных условиях жизни каждый будущий специалист, независимо от направления его обучения, должен иметь демократическую культуру поведения, без чего невозможно эффективное функционирование работы системы защиты населения при возникновении той или иной чрезвычайной ситуации.

Поэтому, организуя лекционные и практические занятия, преподаватель должен создавать организационные и интеллектуальные условия для творческой активности студентов. Одна из основных задач преподавателя - помочь студентам в ситуации информационного выбора.

В организационном плане практические занятия - это совместное проективно-

деятельностное решение студентами и преподавателем познавательных задач, возникающих в ходе учебного процесса.

В ходе практических занятий следует уделять большое внимание усвоению студентами базовых понятий учебного курса. При этом надо ориентировать студента не на «заучивание» того или иного определения, а на необходимость его самостоятельного конструирования.

Формы проведения ПЗ:

- экспресс-опрос;
- устные сообщения и их обсуждение;
- 10-15-минутные контрольные работы или тесты (например, дать определение 2-3 понятий; решить логическую задачу на доказательство или сравнение; ответить на вопрос, каковы причины того или иного события; заполнить хронологическую таблицу или структурно-логическую схему и т.д.).

Предлагаемые формы практических занятий могут использоваться в различных сочетаниях на усмотрение преподавателя.

1. Изучив содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам практических занятий.

2. Задания для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи.

3. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно контролировать студента.

4. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. Главная и определяющая особенность любого занятия - наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

При подготовке практических занятий желательно придерживаться следующего алгоритма:

а) разработка учебно-методического материала:

- формулировка темы, соответствующей программе;
- выбор методов, приемов и средств, для проведения семинара;
- подбор литературы для преподавателя и студентов;
- при необходимости проведение консультаций для студентов;

б) подготовка обучаемых и преподавателя:

- предоставление студентам 2-3 дней для подготовки к занятию;
- предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
- создание набора наглядных пособий.

После проведения первого курса занятий, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

5. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на занятиях передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй - на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие информации студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность - главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- последовательность и логика изложения;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- уровень культуры речи;

7. Необходимо обеспечить доступ к учебным и методическим материалам по изучаемой дисциплине в бумажной (на выпускающей кафедре или на кафедре, организующей проведение занятий по дисциплине) и/или, при наличии возможности, электронной форме для студентов.

### **Характеристика используемых форм, методов и технологий контроля учебной работы (аттестации) студента**

Для аттестации студента используются:

Текущая и периодическая аттестация (опрос, оценка за участие в дискуссиях, выступление с докладом, рубежные контрольные тесты),  
промежуточная (заключительная по дисциплине) аттестация (экзамен).

### **Правила учета результатов текущей аттестации при промежуточной аттестации по дисциплине**

Текущая аттестация проводится для целей выявления плохо усвоенных группой вопросов с целью их дополнительного освещения и имеет предупредительный характер. Текущая аттестация не влияет на результат промежуточной аттестации.

Результаты текущей и периодической аттестаций могут служить основанием для автоматической окончательной аттестации по дисциплине при условии:

- 1) устойчивого и высокого уровня ответов на тестовые задания;
- 2) хорошей посещаемости занятий и самостоятельного выполнения заданий;
- 3) активной работы во время занятий;
- 4) успешного доклада;

### **Условия получения студентом положительных оценок**

1. Устойчивое знание основных определений (понятий) в данной дисциплине, умение их изложить своими словами, отразив их суть (выявляется результатами контрольных работ, в дискуссиях, опросами и на экзамене).
2. Способность применить знания при докладах.
3. Способность аргументированно доказать своё мнение по актуальному вопросу (выявляется при дискуссиях).
4. Умение использовать остаточные знания в ответах на вопросы и решении поставленных задач (заданий).

### **Критерии оценок**

"Неудовлетворительно" – незнание или непонимание сути нескольких основных понятий дисциплины.

"Удовлетворительно" – знание большинства основных понятий, практические навыки при выполнении заданий.

"Хорошо" – знание большинства основных и дополнительных (неосновных) понятий, практические навыки при выполнении заданий.

"Отлично" – точная (не искажающая смысл) формулировка ответов на все поставленные вопросы, практические навыки при выполнении заданий.

### **Исходные данные**

Тема доклада конкретизируется студентом с учётом своих научных интересов, имеющихся материалов практики и согласовывается (уточняется) на консультации.

### **Программу разработал:**

Евграфов А.В., к.т.н., доцент кафедры Экологии

\_\_\_\_\_

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины Б1.В.13 «Основы гидробиологии» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, по направленности Природопользование и экологически безопасная продукция (квалификация выпускника - бакалавр)**

Пуховской Татьяной Юрьевной, ведущим научным сотрудником аналитической лаборатории Отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, к. б. н., (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы гидробиологии» ОПОП ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование (бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре экологии (разработчик Евграфов А.В., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы гидробиологии» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование. Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* - дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б 1.В.13

3. Представленные в Программе *цели* дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления - 05.03.06 Экология и природопользование.

4. В соответствии с Программой за «Основы гидробиологии» закреплено 4 компетенции. Дисциплина «Основы гидробиологии» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях

5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы гидробиологии» составляет 3 зачётных единицы (108 часа), в том числе 4 часа на практическую подготовку.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Основы гидробиологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 05.03.06 Экология и природопользование и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления - 05.03.06 Экология и природопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсовой работы, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла - Б.1.В.13 ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике



дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 2 источника, дополнительной литературой - 3 наименования, периодическими изданиями - 1 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы - 8 источников соответствует требованиям ФГОС ВО направления 05.03.06 Экология и природопользование.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы гидробиологии и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы гидробиологии».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы гидробиологии» ОПОП ВО по направлению *05.03.06 Экология и природопользование* (Направленность природопользование и экологически безопасная продукция (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Евграфовым А.В., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Пуховская Т. Ю.,  
к. б. н., ведущий научный сотрудник аналитической лаборатории Отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова

  
«08» июня 2023 г.

Подпись рецензента Пуховской Т. Ю. заверяю