

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02 Биофизика водных экосистем

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

---

Направленность (профиль)

03.03.02.07 Биохимическая физика

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2019

---

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд.биол.наук, доцент, Задереев Е.С.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Биофизика водных экосистем» - обучить студентов основам функционирования водных экосистем на разных уровнях организации живого (популяционный, экосистемный), сформировать у студентов научное мировоззрение на основе изучения организации и управления водными экосистемами, используя при этом принципы экологической биофизики. Изучение данного курса позволит студентам увидеть связь физических, биологических и экологических механизмов в регуляции функционирования водных экосистем, понять основные принципы контроля и управления состоянием водных экосистем на основе математического моделирования и интегрированного управления.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задача изучения дисциплины заключается в формировании у студентов современных представлений о физико-химических и биологических механизмах изменчивости и устойчивости состояния водных экосистем и подходах к моделированию и управлению их состоянием, углубленных представлений о принципах современной водной экологии; методах мониторинга и измерения параметров экосистем, основах математического моделирования водных экосистем и управления качеством воды и состоянием водных экосистем. Изучение дисциплины направлено на подготовку выпускника в области основ естественнонаучных знаний, получение высшего профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать следующими универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук</b>	
ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и	базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов представлениями об основах общей, системной и прикладной экологии, принципами оптимального природопользования и охраны природы,

ограничениях естественных наук	мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы
<b>ПК-8: способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования</b>	
ПК-8: способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	основные технические средства поиска научно-биологической информации использовать средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях навыками работы с биологической информацией навыками работы с базами экспериментальных биологических данных

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=12129>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1,5 (54)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Модуль 1. Задачи и современные проблемы водной экологии. История развития дисциплины. Основные понятия и</b>									
	1. Тема 1.1. Предмет изучения, связь с другими науками и разделами биологии (гидрология, химия, физика, математика, биохимия, микробиология, физиология, систематика). Первые работы по водной экологии (В. Гензен, К. Апштейн, Штейер). История развития дисциплины, направления исследований. Тема 1.2. Общее «устройство» водоема. Биогенные элементы – строительный материал живых организмов. Поступление энергии в водоем. Понятие трофической сети. Первичная продукция. «Микробиальная петля». Тема 1.3. Обзор методов и подходов к изучению водных экосистем и их критический анализ. Ключевые параметры водоема, требующие постоянного мониторинга и оценки. Собственные методы водной экологии (пробоотбор, оценка процессов продукции и дистрикции).	6							

2. Тема 1.4. Введение в современную лимнологию.			6					
3. Изучение теоретического материала.							9	
<b>2. Модуль 2. Физико-химические условия среды обитания и ограничения, накладываемые ими, на функционирование водных</b>								
1. Тема 2.1. Физические свойства воды и гидрологический цикл водоема. «Аномальные» свойства воды. Зависимость плотности воды от температуры. Температурная стратификация водных экосистем. мономиктические водоемы. Тема 2.2. Свет, как основной источник энергии в водоеме. Спектр солнечной радиации. Количество солнечной радиации достигающей поверхности водоема. Судьба солнечной радиации в воде: отражение, преломление, прохождение и ослабление. Поглощение и рассеивание. Прозрачность воды. Мутность воды. Тема 2.3. Растворенные газы. Кислород. Источники кислорода в водной толще. Диффузия из атмосферы. Фотосинтез. Суточные колебания концентрации кислорода. Потери кислорода: дыхание, разложение, редокс-реакции. Редокс потенциал. Тема 2.4. Биогенные элементы. Стехиометрия. Закон минимума Либиха. Фосфор как основной лимитирующий элемент. Тема 2.5. Глобальный и локальный гидрологические циклы. Озера. Механизмы формирования озер. Основные типы озер: ледниковые, тектонические, кастовые, искусственные. Пути поступления воды в озера. Водосборный бассейн. Основные процессы протекающие в водосборном бассейне.			6					

2. Тема 2.6. Физико-химические факторы, контролирующие развитие водных экосистем: температура, свет и растворенные газы. Тема 2.7. Циклы и роль биогенных элементов в функционировании водных экосистем (фосфор и азот)			9					
3. Изучение теоретического материала.						9		
<b>3.</b>								

<p>1. Тема 3.1. Первичные продуценты водных экосистем. Компоненты фитопланктона. Цианобактерии – древнейшие фотосинтезирующие организмы. Одноклеточные и многоклеточные формы. Морфология, клеточная структура, организация фотосинтетического аппарата. Тема 3.2. Пространственная структура и сезонная динамика развития фитопланктона водоемов умеренных широт. Тема 3.3. Основные группы зоопланктона природных водоемов: кладоцеры, копеподы, колелатки. Особенности питания: фильтраторы (одно- и дву режимные), хвататели, хищники. Жизненный цикл: рост, развитие, диапауза. Понятие плодовитости, выживаемости, смертности. Тема 3.4. Экология рыб. Аспекты систематики и эволюции. Основы биологии: анатомия, морфология, физиология. Разнообразие видов и ее связь с типом и размером водоема. Влияние широты. Миграция, пространственное распределение внутри водоема. Требования к температуре и кислороду. Внутри- и межпопуляционные взаимодействия. Рыбы – как биологический ресурс. Тема 3.5. Трофическая сеть водоема как единое целое. Регуляция «bottom-up» и «top-down». Понятие трофического каскада. Биоманипуляция. Условия эффективного снижения биомассы фитопланктона. Стехиометрические ограничения функционирования трофической сети водоема. Соотношение Редфилда.</p>	6							
<p>2. Тема 3.6. Трофическая цепь: фитопланктон Тема 3.7. Трофическая цепь: зоопланктон Тема 3.8. Трофическая цепь: рыбы и биоманипуляции Тема 3.9. Соленые озера: особенности и типичные проблемы.</p>			12					

3. Изучение теоретического материала.							9	
<b>4. Модуль 4. Основные методы мониторинга состояния водных экосистем и их звеньев</b>								
1. Тема 4.1. Основные методы сбора проб микроорганизмов, фито- и зоопланктона, грунта. Интегральные и точечные методы отбора проб. Автоматизированные методы учета численности и биомассы гидробионтов. Метод анализа культур микроорганизмов по электронным фотографиям («имидж анализ»). Видеонаблюдения. Акустические методы мониторинга гидродинамических и биологических параметров. Основные электрохимические методы анализа состояния водных экосистем (рН, еН, концентрация кислорода), методы измерения солености. Тема 4.2. Спектральные методы. Биoluminesценция. Характеристика светящихся организмов. Флуоресценция, её природа и свойства. Особенности строения пигментного аппарата фитопланктона. Флуоресценция хлорофилла и других фитопигментов. Спектры возбуждения и испускания. Приборная регистрация флуоресценции и методы флуоресцентных исследований. Флуоресцентное зондирование – нетаксономический инструмент изучения фитопланктона природных водных экосистем.	6							
2. Тема 4.3. Биотестирование. Общие принципы и понятия водной токсикологии. Основные токсические агенты. Типы реакций на токсические агенты на уровне организма, популяции и экосистемы. Основные биотесты: на микроводорослях, зоопланктоне, рыбах; ферментативные биотесты. Недостатки и преимущества биотестов. Применение биотестирования для вопросов управления и принятия решений. Будущее биотестов.			6					

3. Изучение теоретического материала. Подготовка доклада							9	
<b>5. Модуль 5. Математическое моделирование водных экосистем</b>								
1. Тема 5.1. Введение в математическое моделирование водных экосистем. Модель как абстрактное представление реальности. Основные этапы разработки модели. Калибровка и верификация модели. Анализ на чувствительность. Основные типы моделей водных экосистем: гидрофизические, биологические, интегральные. Тема 5.2. Моделирование популяционной динамики гидробионтов. Дискретные модели и модели на основе дифференциальных уравнений, моделирование лабораторных популяций гидробионтов, использование популяционных моделей для анализа сосуществования видов, проблема избыточности и связности параметров жизненного цикла, сложности интеграции популяционных моделей в динамические модели экосистем. Тема 5.3. Моделирование миграционных процессов в водных экосистемах. Основные теоретические гипотезы о механизмах вертикальных миграций в водных экосистемах, качественные модели формирования вертикального распределения гидробионтов в водных экосистемах. Тема 5.4. Динамические модели водных экосистем.	6							
2. Тема 5.5. Моделирование водных экосистем. Тема 5.6. Дискретное моделирование популяционной динамики (individual-based modelling). Тема 5.7. Экосистемное моделирование. Тема 5.8. Очистка сточных вод			12					
3. Изучение теоретического материала. Подготовка доклада							9	

<b>6. Модуль 6. Воздействие человека на водные экосистемы. Основные подходы к управлению их состоянием.</b>								
1. Тема 6.1. Воздействие человека на водные экосистемы и качество воды. Текущее состояние. Глобальный водный кризис. Основные типы антропогенных воздействий: физические модификации ландшафта, виды вселенцы и интродуценты, точечное и распределенное загрязнение, эксплуатация водных ресурсов (промышленное и бытовое водопользование, рыболовство, сельское хозяйство). Загрязнение и качество воды. Тема 6.2. Интегрированный подход к управлению водными ресурсами. Основные определения и принципы интегрированного управления водными ресурсами. Необходимые навыки для развития интегрированного управления. Основные шаги необходимые для развития интегрированного управления водными ресурсами: разработка видения, интегральная оценка состояния водных ресурсов, выбор стратегий, определений целей и задач, планирование, внедрение, оценка успеха.	6							
2. Тема 6.3. Управление качеством воды в озерах. Тема 6.2. Интегрированное управление водными ресурсами.			9					
3. Изучение теоретического материала. Подготовка доклада							9	
Всего	36		54				54	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Wetzel R. G. Limnology Lake and River Ecosystems: научное издание(San Diego: Academic Press).
2. Dodds W., Whiles M. R. Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications of Limnology(Amsterdam: Academic Press).
3. Moss B. Ecology of Freshwaters. A View for the Twenty - First Century: научное издание(S. 1: Wiley-Blackwell).
4. Гольд З. Г., Гольд В. М. Общая гидробиология: учеб.-метод. пособие (Красноярск: СФУ).
5. Моисеенко Т. И., Гашкина Н. А. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды(Москва: Наука).
6. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию: монография (Ленинград: Гидрометеиздат).
7. Гительзон И. И., Каратасюк В. А., Лопатин В. Н., Апонасенко А. Д., Филимонов В. С., Фишов В. В., Холостова З. Г., Гаевский Н. А., Григорьев Ю. С., Тихомиров А. А., Гительзон И. И., Печуркин Н. С. Экологическая биофизика: Том 1. Фотобиофизика экосистем: [в 3 томах : учебное пособие](Москва: Логос).
8. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления: нормативно-технический материал (М.: Изд-во стандартов).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: Microsoft Office, Adobe Acrobat и др., а также современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
- 2.
3. Программное обеспечение:
4. Программа распознавания изображений ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/index.html>)
5. Программа для анализа научных данных PAST 3.06 (<http://folk.uio.no/ohammer/past/>)
6. Имитационная программа меромиктического соленого озера LakeShira
- 7.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
2. – свободный доступ в сеть Интернет, в т. ч. к электронным реферативным базам данных, включающих научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей, в том числе и для российских авторов (Издательство «Лань», Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU));
3. – доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов.
4. - 24 предметные коллекции (охват более 1800 названий журналов).

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации дисциплины «Биофизика водных экосистем» необходимое материально-техническое обеспечение включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
- компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет;
- современное оборудование:

Многоканальный зонд мониторинга качества воды YSI-6600 V2 (YSI Instruments Inc., США). Зонд представляет собой устройство, позволяющее измерять одновременно множество параметров (в зависимости от комплектации). Например, температуру, проводимость, соленость, концентрацию кислорода, pH, окислительно–восстановительный потенциал и мутность. Зонд может работать как в ручном режиме, так и автономно – т.е. измерять параметры с заданным интервалом, будучи стационарно установленным в водной среде.

Квантовые сенсоры измерения фотосинтетически активной радиации (ФАР) – LI-193SA (сферический), LI-192SA (несферический) (Li-Cor, США). Данные сенсоры широко применяется для измерения ФАР в наземных и водных экосистемах.

Спектрофлуориметр SpectraMax m5 (Molecular Devices, США). Прибор представляет собой многофункциональное устройство, предназначенное для детекции абсорбции (УФ-, видимый диапазон), люминесценции, флуоресценции (в том числе поляризация флуоресценции (FP), измерения флуоресценции с временным разрешением (TRF), резонансный перенос энергии флуоресценции (FRET), а также TR-FRET, HTRF и другие методы).