

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ХТ института

\_\_\_\_\_ Ястребинский Р.Н.

« 16 » мая \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Биофизические и биохимические процессы в окружающей среде

**Направление подготовки:**

19.03.01 Биотехнология

**Направленность образовательной программы:**

Биотехнология

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Промышленной экологии

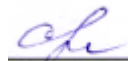
Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10 августа 2021 № 736.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: к.х.н., доц.  Л.М. Смоленская

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Промышленной экологии «28» апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук,  проф. С.В. Свергузова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:  
Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук,  проф. С.В. Свергузова  
«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук,  доц. Л.А. Порожнюк

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.	ПК-1.1. Осуществляет экологическую оценку состояния исследуемых территорий	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: <b>Знать:</b> основные физические и физико-химические процессы, протекающие в окружающей среде; влияние этих процессов на живые системы; теоретические основы, достижения и проблемы современной биохимии, биофизики. <b>Уметь:</b> использовать основные биофизические законы, которые составляют основу функционирования живых систем: термодинамики, миграции энергии, транспорте веществ, биоэлектрических потенциалах и электропроводности систем. Обосновать связь биофизики с биохимией. <b>Владеть:</b> экспериментальными приемами исследования компонентов живой материи в модельных системах и на биологическом материале

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Биофизические и биохимические процессы в окружающей среде
2	Токсикология
3	Санитарно-химический анализ
4	Микробиология
5	Биоиндикация и экодиагностика сред
6	Биотестирование и биоиндикация
7	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 часа

Форма промежуточной аттестации дифференциальный зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	88	88
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	56	56
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	38	38
Зачет		

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Термодинамика биологических процессов</b>					
	Биоэнергетика и метаболизм. I и II законы термодинамики. Энергия Гиббса. Химический потенциал. Источники энергии. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние биологических систем. Уравнение Пригожина для открытой системы.	4	2	6	9
<b>2. Кинетика биологических процессов</b>					
	Характеристика кинетических процессов. Отличие гомогенных и гетерогенных систем. Особенности биологических реакций. Условия поддержания гомеостаза. Влияние ферментов на скорость биологических реакций. Конкурентное и неконкурентное ингибирование ферментативных реакций	4	2	6	9

<b>3. Молекулярная биофизика и биохимия</b>					
	Биофизика белка и нуклеиновых кислот. Силы стабилизации структуры биополимеров. Конформационная подвижность белков. Типы связей и энергия их взаимодействия	4	2	6	9
<b>4. Биофизика и биохимия клетки</b>					
	Структура и функции биологических мембран. Динамика биомембран. Модельные липидные мембраны. Транспорт веществ через биологические мембраны. Механизмы пассивного транспорта. Активный транспорт. Ионные насосы, молекулярный механизм их работы. Сопряженный транспорт. Биоэлектрические явления и потенциалы.	6	4	8	11
<b>5. Квантовая биофизика</b>					
	Энергетические уровни атомов и молекул. Природа света и его физические характеристики. Взаимодействие света с веществом. Люминесценция.	4	2	4	8
<b>6. Фотобиология</b>					
	Понятие фотобиологического процесса. Типы фотохимических реакций. Систематика и общая характеристика фотобиологических реакций. Стадии фотобиологических реакций. Способы теплообмена между организмом и окружающей средой	4	2		3
<b>7. Радиационная биофизика и биохимия</b>					
	Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения энергии. Механизмы взаимодействия нейтронов с веществом. Косвенное действие ионизирующих излучений. Радиоллиз воды и его продукты. Радиочувствительность (радиостойчивость) биологических объектов и ее модификация. Кислородный эффект.	4	3	4	5
<b>8. Прикладная биофизика и биохимия</b>					
	Электронный парамагнитный резонанс и ядерный магнитный резонанс. Хроматографический анализ. Масс-спектрометрия	4			2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>56</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1	Термодинамика биологических процессов	Энтальпия и энтропия. Расчет термодинамических показателей изолированной, закрытой и открытой систем	2	1
2	Кинетика биологических процессов	Расчет кинетики ферментативных процессов	2	1
3	Молекулярная биофизика и биохимия	Энергия взаимодействия. Определение показателей конформационных изменений макромолекул	2	1
4	Биофизика и биохимия клетки	Диффузия ионов и неэлектролитов. Применение закона Фика при расчете диффузионных процессов. Трансмембранные потоки ионов	4	2
5	Квантовая биофизика	Расчет энергии фотона и электрона	2	1
6	Фотобиология	Определение количества образующегося углевода в процессе фотосинтетических реакций	2	1
7	Радиационная биофизика и биохимия	Оценка эффективности ионизирующего излучения. Решение ситуационных задач	3	1
ИТОГО			17	8

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1	Термодинамика биологических процессов	Изучение термодинамики открытой системы	6	6
2	Кинетика биологических процессов	Исследование кинетики биологических процессов	6	6
3	Молекулярная биофизика и биохимия	Исследование процесса минерализации азотсодержащих органических веществ	6	6
4	Биофизика и биохимия клетки	Изучение проницаемости растительных и животных клеток	4	4
5		Исследование осмотических явлений растительной и животной клетки	4	4
6	Квантовая биофизика	Определение концентрации пигментов в растениях по спектрам поглощения	4	4
7	Радиационная	Влияние УФ-облучения на	4	4

биофизика и биохимия	светопропускание эритроцитов	раствора		
ИТОГО:			34	34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

«Не предусмотрено учебным планом»

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Расчетно-графическое задание выполняется в виде решения частных задач:

1. Расчет термодинамических показателей живых систем.
2. Применение модели Мальтуса и модели Ферхюльста при анализе кинетики биологических процессов
3. Расчет показателей изменения структуры полимерных молекул при внешних воздействиях.
4. Расчет показателей мембранных процессов.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК-1** Способен осуществлять экологическую оценку состояния поднадзорных территорий биологическими и химическими методами контроля и проводить анализ природных образцов и биологического материала.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Осуществляет экологическую оценку состояния исследуемых территорий	Защита практических заданий; Защита лабораторных работ; Собеседование, Зачет

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Термодинамика биологических процессов (ПК-1)	1. Биоэнергетика и метаболизм. Пластический и энергетический обмен 2. I и II законы термодинамики, применительно к живым организмам 3. Энтальпия, закон Гесса. 4. Энтропия в биологических системах 5. Энергия Гиббса. 6. Химический потенциал. 7. Основные формы энергии в живых системах 8. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние биологических систем. Уравнение

		Пригожина для открытой системы.
2	Кинетика биологических процессов (ПК-1)	9. Характеристика кинетических процессов. 10. Отличие гомогенных и гетерогенных систем. 11. Особенности биологических реакций. Условия поддержания гомеостаза. 12. Влияние ферментов на скорость биологических реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен 13. Конкурентное и неконкурентное ингибирование ферментативных реакций
3	Молекулярная биофизика и биохимия (ПК-1)	14. Биофизика и биохимия белка и нуклеиновых кислот. 15. Силы стабилизации структуры биополимеров. 16. Конформационная подвижность белков. 17. Типы связей и энергия их взаимодействия
4	Биофизика и биохимия клетки (ПК-1)	18. Структура и функции биологических мембран. 19. Динамика биомембран. 20. Модельные липидные мембраны. Транспорт веществ через биологические мембраны. 21. Механизмы пассивного транспорта. 22. Активный транспорт. Ионные насосы, молекулярный механизм их работы. Сопряженный транспорт. 23. Биоэлектрические явления и потенциалы.
5	Квантовая биофизика (ПК-1)	24. Энергетические уровни атомов и молекул. 25. Природа света и его физические характеристики. 26. Взаимодействие света с веществом. 27. Люминесценция.
6	Фотобиология (ПК-1)	28. Понятие фотобиологического процесса. Типы фотохимических реакций. 29. Систематика и общая характеристика фотобиологических реакций. 30. Стадии фотобиологических реакций. 31. Способы теплообмена между организмом и окружающей средой
7	Радиационная биофизика и биохимия (ПК-1)	32. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. 33. Механизмы поглощения энергии. 34. Механизмы взаимодействия нейтронов с веществом. 35. Косвенное действие ионизирующих излучений. 36. Радиоллиз воды и его продукты. 37. Радиочувствительность (радиоустойчивость) биологических объектов и ее модификация. 38. Кислородный эффект.
8	Прикладная биофизика и биохимия (ПК-1)	39. Электронный парамагнитный резонанс 40. Ядерный магнитный резонанс. 41. Хроматографический анализ. 42. Масс-спектрометрия

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения практических заданий, выполнения и защиты лабораторных работ.

**Лабораторные работы.** В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, приведены требования к отчету и перечень контрольных вопросов для самоподготовки.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения



задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа № 1. Изучение термодинамики открытой системы (ПК-1)	1. Типы систем, изучаемые в термодинамике. 2. Термодинамические параметры. 3. Обратимые и необратимые процессы. 4. Энтропия открытых и закрытых состояний. 5. Показатели роста и развития растений. Загрязнение как стимулирующий фактор.
2.	Лабораторная работа № 2. Исследование кинетики биологических процессов (ПК-1)	1. Что изучает биологическая кинетика. 2. Энергия активации как величина, регулирующая химическую реакцию и биологические процессы. 3. Влияние температуры на кинетические процессы. 4. Гомогенные и гетерогенные превращения. 5. Процессы саморегуляции в биологических системах.
3.	Лабораторная работа № 3. Исследование процесса минерализации азотсодержащих органических веществ (ПК-1)	1. В каких формах азот присутствует в растительных тканях? 2. В состав каких органических соединений входит азот? 3. Типы связей, присутствующие в белках. 4. Структура белка. 5. Классификация простых белков растений.
4.	Лабораторная работа № 4. Изучение проницаемости растительных и животных клеток (ПК-1)	1. Какое явление лежит в основе проницаемости клеток. 2. От каких показателей зависит величина осмотического давления. 3. Пути проникновения веществ в клетку. 4. Свободная и облегченная диффузия. 5. Активных и пассивный транспорт.
5.	Лабораторная работа № 5. Исследование осмотических явлений растительной и животной клетки (ПК-1)	1. Нефелометрия и турбидиметрия как методы анализа биологических систем. 2. Коэффициент светопропускания, его физический смысл. 3. На чем основано явление лизиса? 4. Что называют осмотической устойчивостью эритроцитов? 5. Почему измерения производятся при красном светофильтре?
6.	Лабораторная работа № 6. Определение концентрации пигментов в растениях по спектрам поглощения (ПК-1)	1. На чем основан принцип спектрофотометрического анализа? 2. Закон Бугера-Ламберта-Бэра применительно к анализу органических соединений. 3. От чего зависит форма спектра поглощения? 4. Оптическая плотность, её связь с концентрацией вещества. 5. Особенности строения хлорофилла.
7.	Лабораторная работа № 7. Влияние УФ-облучения на светопропускание раствора эритроцитов (ПК-1)	1. Общая характеристика УФ-излучения. 2. Влияние УФ-излучения на живые объекты. 3. Фотохимические реакции при действии УФ-излучения. 4. Что такое поток излучения, квантовый выход, доза излучения? В каких единицах измеряется данная величина? 5. Что происходит при поглощении кванта света в молекуле вещества?

### Практические задания

Защита выполненных заданий проводится в виде собеседования по контрольным вопросам, перечень которых приведен по разделам.

№	Тема практического задания	Контрольные вопросы
1	Энтальпия и энтропия. Расчет термодинамических показателей изолированной, закрытой и открытой систем (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Открытые, закрытые и изолированные системы, их характеристики</li> <li>2. Энтальпия как энергетическая составляющая биологических процессов.</li> <li>3. Энтальпия и внутренняя энергия. Первый и второй закон термодинамики.</li> <li>4. Энтропия в биологических системах.</li> <li>5. Основные термодинамические показатели, характеризующие открытую систему.</li> </ol>
2	Расчет кинетики ферментативных процессов (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гомогенные и гетерогенные реакции.</li> <li>2. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса</li> <li>3. Влияние стехиометрии реакции на скорость протекания процесса. Порядок реакции.</li> <li>4. Параллельные и последовательные реакции.</li> <li>5. Уравнение Михаэлиса – Ментен</li> </ol>
3	Энергия взаимодействия. Определение показателей конформационных изменений макромолекул (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мономеры и полимеры, особенности превращения мономеров в полимеры.</li> <li>2. Конфигурация и конформация биополимеров.</li> <li>3. Типы связей в биополимерах.</li> <li>4. Характеристики связей в биополимерах.</li> <li>5. Гидрофильное и гидрофобное взаимодействие.</li> </ol>
4	Диффузия ионов и неэлектролитов. Применение закона Фика при расчете диффузионных процессов. Трансмембранные потоки ионов (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные функции биологических мембран.</li> <li>2. Структура биологических мембран.</li> <li>3. Модельные липидные мембраны, особенности их строения.</li> <li>4. Проницаемость мембраны, основные типы движения вещества через мембрану.</li> <li>5. Виды пассивного и активного транспорта.</li> </ol>
5	Расчет энергии фотона и электрона (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влияние фотонов на биологические системы и окружающую среду в целом.</li> <li>2. Синглетный и триплетный уровни электрона</li> <li>3. Квантовые числа электрона</li> <li>4. Спектры поглощения. Закон Бугера-Ламберта Бэра</li> <li>5. Виды люминесценции</li> </ol>
6	Определение количества образующегося углевода в процессе фотосинтетических реакций (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позитивные и негативные фотобиологические процессы</li> <li>2. Законы фотохимии</li> <li>3. Типы фотохимических реакций.</li> <li>4. Последовательность фотобиологических реакций.</li> <li>5. Способы теплообмена между организмом и окружающей средой</li> </ol>
7	Оценка эффективности ионизирующего излучения. Решение ситуационных задач (ПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды ионизирующих излучений.</li> <li>2. Механизмы поглощения энергии.</li> <li>3. Механизмы взаимодействия нейтронов с веществом</li> <li>4. Радиолитиз воды, влияние продуктов радиолитиза на биологические объекты.</li> <li>5. Влияние кислородного эффекта на живые организмы.</li> </ol>

### Типовая задача

Постройте график зависимости скорости протекания ферментативной реакции по механизму Михаэлиса-Ментен  $v$  зависимости от величины  $v/s$ . Как определить по графику  $V_{\max}$  и  $K_M$ ? Чему соответствуют точки пересечения с осями?

Решение: Запишем уравнение Михаэлиса-Ментен:

$$v = \frac{V_{\max} \cdot s}{K_M + s}$$

Умножим обе части уравнения на выражение  $(K_M + s)$  и раскроем скобки:  
 $v \cdot K_M + v \cdot s = V_{\max} \cdot s$ . Делим обе части на  $s$ :

$$\frac{v \cdot K_M}{s} + \frac{v \cdot s}{s} = \frac{V_{\max} \cdot s}{s}, \quad \frac{v \cdot K_M}{s} + v = V_{\max}, \quad v = V_{\max} - K_M \cdot \frac{v}{s}$$

с отрицательным углом наклона, тангенс которого равен  $-K_M$ . При  $v/s=0$   $v = V_{\max}$ . Скорость  $v$  будет равняться нулю при  $\frac{v}{s} = \frac{V_{\max}}{K_M}$ .

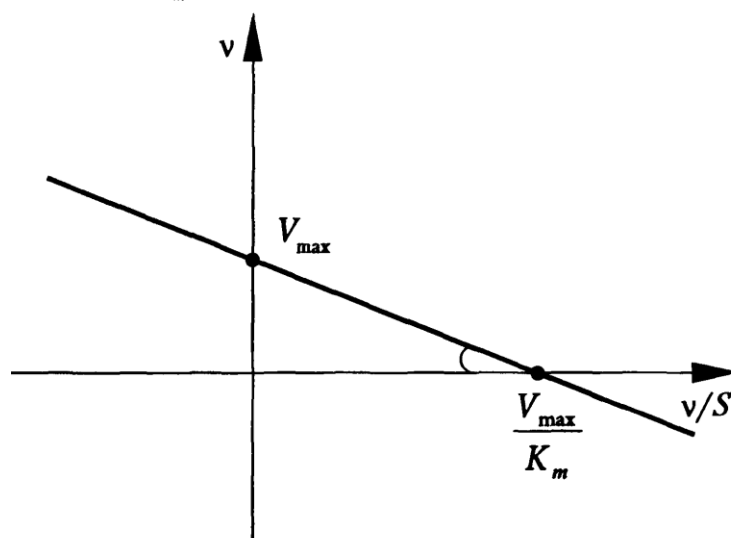


График зависимости скорости  $v$  протекания реакции по механизму Михаэлиса-Ментен от отношения  $v/s$

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание биофизических и биохимических процессов, протекающих в окружающей среде
	Знание влияния биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем
	Знание терминов, определений, понятий
	Объем освоенного материала

	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение использовать основные биофизические законы, которые составляют основу функционирования живых систем
	Умение решать типовые практические задания
	Умение анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание биофизических и биохимических процессов, протекающих в окружающей среде	Не знает биофизические и биохимические процессы, протекающие в окружающей среде	Знает основные биофизические и биохимические процессы, протекающие в окружающей среде	Знает основные закономерности биофизических и биохимических процессов, протекающих в окружающей среде, но допускает ошибки	Знает основные закономерности биофизических и биохимических процессов, протекающих в окружающей среде,
Знание влияния биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем	Не знает влияние биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем	Знает влияние биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем	Знает и способен оценить влияние биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем, но допускает ошибки	Знает и способен оценить влияние биофизических и биохимических процессов на состояние живых систем
Знание терминов, определений, понятий	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий. Не ответил на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Ответил на некоторые дополнительные вопросы	Знает термины и определения. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно. Аргументированно ответил на все дополнительные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения	Излагает знания без логической	Излагает знания с нарушениями в	Излагает знания без нарушений в	Излагает знания в логической

и интерпретации знаний	последовательности	логической последовательности	логической последовательности	последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать основные биофизические законы, которые составляют основу функционирования живых систем	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не может обосновать выбор метода при решении практических задач и выполнении лабораторной работы; не может обосновать полученные результаты	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении и защите лабораторных работ; решении практических задач; обосновании полученных результатов	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения лабораторных работ и алгоритм решения практических задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении всех видов заданий, предлагает собственные методы решения; грамотно обосновывает полученные результаты
Умение решать типовые практические задания	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач.	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий.	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий.
Умение анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы	Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно формулирует, обосновывает и делает выводы по работам

### Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки решения стандартных задач	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при	Обладает навыками при выполнении заданий и решения стандартных задач. Не испытывает затруднения при выполнении

			выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач	нестандартных заданий и решения сложных задач
Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика	Выполняет трудовые действия, поставленные задания качественно и быстро
Качество выполнения трудовых действий	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Самостоятельность планирования трудовых действий	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые без посторонней помощи

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
3	Учебная лаборатория	Иономер И-150М, аппарат ОХ-10, термостат водяной, центрифуга ОПн, колориметр фотоэлектрический КФК-2МП, весы электронные У-600, весы лабораторные ВЛТЭ-1100, весы аналитические ВЛР-200, нитратомер МИКОН-2, анализатор «Экотест», влагомер ВЗМ-1, потенциостат ПН-50-1
4	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы	Специализированная мебель. Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
5	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V 6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Мороз, Н. Е. Биохимия : методические указания к практикуму по спецкурсу / Н. Е. Мороз. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2005. — 63 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/23764.html> (дата обращения: 01.03.2023).

2. Димитриев, А. Д. Биохимия : учебное пособие / А. Д. Димитриев. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 111 с. — ISBN 978-5-4487-0165-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74956.html> (дата обращения: 01.03.2023).

3. Биофизика для инженеров. Том 1. Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика: учебное пособие / Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная [и др.] ; под редакцией С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 491 с. — ISBN 978-5-4487-0355-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79751.html> (дата обращения: 01.03.2023).

4. Бигдай, Е. В. Биофизика для инженеров. Том 2. Биомеханика, информация и регулирование в живых системах: учебное пособие / Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная ; под редакцией С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 457 с. — ISBN 978-5-4487-0356-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79615.html> (дата обращения: 01.03.2023).

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Биофизика для каждого <https://biomolecula.ru/articles/biofizika-dlia-kazhdogo?ysclid=lepq1dturq152390778>

##### **Электронные версии журналов и газет экологической тематики**

1. Актуальные вопросы биологической физики и химии [http://sevbps.ru/?page\\_id=173](http://sevbps.ru/?page_id=173)
2. Экология и устойчивое развитие <https://monographies.ru/ru/book/view?id=552>



## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО