

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. ректора по учебной
работе



Хагуров Т.А.

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.17 МИКРОБНАЯ БИОЭНЕРГЕТИКА

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Специализация Микробиология и биотехнология

Форма обучения очная

Квалификация специалист

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Микробная биоэнергетика составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Программу составил(и):

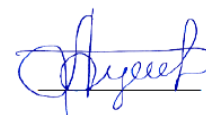
Волченко Н.Н., к.б.н., доцент



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии,

протокол № 7 «21» марта 2025 г.

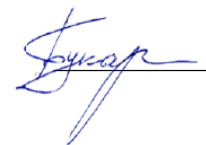
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета,

протокол № 7 «28» марта 2025 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Решетников С.И., доцент кафедры зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат биологических наук

Насонов А.И., заведующий лабораторией биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов СКФНЦСВВ, кандидат биологических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Микробная биоэнергетика" является формирование у студентов компетенций в производственной деятельности и знаний, направленных на расширение представлений о значении функционирования микробиологических сообществ, закономерностях жизнедеятельности микроорганизмов, биохимических, молекулярных и генетических основах происходящих в их сообществах процессов и их связи с условиями среды.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи освоения дисциплины – сформировать у студентов способности:

– ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы;

– применять на производстве современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, планировать и проводить мероприятия по лабораторным исследованиям, оценке состояния, охране природной среды и восстановлению биоресурсов

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микробная биоэнергетика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Изучению курса предшествуют дисциплины, необходимые для ее изучения, такие как «Микробиология», «Генетика и селекция», «Основы экспериментальной микробиологии», «Культивирование бактерий». Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей биологии, биохимии, экологии. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по биологии, и навыки работы с электронными средствами информации.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	
ИПК 3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии.	Знает современные представления о строении и функционировании микробных электрогенных сообществ и особенностях их физиологии
	Умеет самостоятельно исследовать физиологические группы, микробные электрогенные сообщества бактерий и отдельные микроорганизмы почв, вод, других природных сред стандартными методами, проводить их культивирование
	Владеет навыками подготовки, постановки и учета результатов микробиологических анализов образцов почв, вод, иных природных сред
ИПК 3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира.	Знает современные представления о закономерностях развития органического мира
	Умеет выделять чистую культуру бактерий, определять физиологические потребности бактерий в факторах роста, определять электрогенную активность
	Владеет навыками использования современного измерительного оборудования
ИПК 3.3 Умеет использовать знание	Знает способы длительного поддержания в жизнеспособном состоянии культур микроорганизмов с сохранением таксономических и других важных признаков

закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов в области биотехнологии, сельского хозяйства и охраны природы.	Умеет выполнять научные проекты в области культивирования электрогенных бактерий, используемых в биотехнологии, сельском хозяйстве и охране природы
	Владеет навыками подготовки научных проектов и научно-технических отчетов
ПК-4 Способен применять на производстве современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, планировать и проводить мероприятия по лабораторным исследованиям, оценке состояния, охране природной среды и восстановлению биоресурсов.	
ИПК 4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает этапы выполнения исследований в микробной биоэнергетике
	умеет создавать план исследований по микробной биоэнергетике и распределять задачи
	владеет навыками организации лабораторного исследования электрогенных микроорганизмов
ИПК 4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей.	знает принципы составления лабораторных отчетов
	умеет анализировать полученные в процессе лабораторной работы результаты
	владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования жизнедеятельности электрогенных микроорганизмов
ИПК 4.3 Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению биоресурсов.	знает основные пути микробиологической оценки состояния природной среды при помощи электрогенных микроорганизмов
	умеет использовать электрогенных бактерий для микробиологической оценки состояния природной среды
	владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов), их распределение по семестрам и видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения очная	
		7 семестр (часы)	8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:	93,5	52,2	41,3
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа	28	16	12
лабораторные занятия	60	34	26
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	2	3
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	50,8	19,8	31
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	5	5
Реферат/эссе (подготовка)	10	5	5
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	14,8	4,8	10
Подготовка к текущему контролю	16	5	11

Контроль:				
Подготовка к экзамену				35,7
Общая	час.	180	72	108
трудоемкость	в том числе контактная работа	93,5	52,2	41,3
	зач. ед	5	2	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Биологическая энергетика как наука.	4	2		-	2
2.	Теоретические основы биоэнергетики	6	2		-	4
3.	Классификация, биохимические и биофизические основы микробной энергетики	8	2		4	2
4.	Энергетический обмен прокариот	12	4		4	4
5	Биологическая энергетика – прикладные аспекты	26,8	4		18	4,8
6	Биотоплива – виды, способы получения. Биоэнергетические системы на основе фототрофов	13	2		8	3
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		69,8	16		34	19,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю		-				
Общая трудоемкость по дисциплине		72				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
7.	Микробные топливные элементы – биологические, физические, химические основы функционирования.	22	4		8	10
8.	Практические приложения микробных биоэлектрохимических систем	24	4		10	10
9.	Теоретические и прикладные работы в КубГУ в области микробной биоэнергетики.	23	4		8	11
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		69	12		26	31
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование темы	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Биологическая энергетика как наука.	Биоэнергетика как междисциплинарная биологическая наука. Биоэнергетика как техническая отрасль.	Устный опрос
2	Теоретические основы биоэнергетики	Виды возобновляемой энергии, традиционные и перспективные источники возобновляемой энергии, их место в энергобалансе ключевых экономик мира.	Устный опрос

3	Классификация, биохимические и биофизические основы микробной энергетики	Термодинамические основы биоэнергетических процессов. Биологически доступные виды энергии в окружающей среде и молекулярные механизмы их акцепции и преобразования. Функционирующие установки на основе ВИЭ.	Устный опрос
4	Энергетический обмен прокариот	Классификация живых организмов с точки зрения способов получения энергии, источников углерода и электронов. Метаболические группы прокариот. Гетеротрофный метаболизм бактерий. Макроэргические соединения.	Устный опрос
5	Биологическая энергетика – прикладные аспекты	Брожения. ЦТК. Типы фосфорилирования. Окислительно-восстановительные реакции. Электрон-транспортные цепи прокариот. АТФ-синтаза. Автотрофный метаболизм бактерий. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.	Устный опрос
6	Биотоплива – виды, способы получения. Биоэнергетические системы на основе фототрофов	Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив. Первое, второе, третье поколения биотоплив. Твёрдое биотопливо. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др. Биотопливо и вопрос углеродной нейтральности. Агробιοοενοзы и установки для получения биотоплив. Биоэнергетические системы на основе микроорганизмов-фототрофов. Фотобиореакторы. Фотобиовольтаика. Искусственный фотосинтез.	Устный опрос
7	Микробные топливные элементы – биологические, физические, химические основы функционирования.	Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов. Биотопливные элементы – ферментные и микробные. Биосенсоры. Биофизические, основы функционирования микробных топливных элементов (МТЭ). Энергетика МТЭ. Классификация с точки зрения конструктивных особенностей, применяемых микроорганизмов, медиаторов электронного переноса и др. Биологические особенности анодофильных микроорганизмов. Механизмы переноса электронов. Бактерии-электрогены, микробные сообщества с их участием. Генетическое детерминирование электрогенеза прокариот.	Устный опрос
8	Практические приложения микробных биоэлектрохимических систем	Биоинженерные устройства на основе БЭС. Растительно-микробные, почвенные, донные биотопливные элементы. МТЭ как возобновляемые источники энергии, мощностные показатели, сравнение с традиционными ВИЭ. Микроэлектронные устройства как потребители их энергии. Биосенсорные системы на основе МТЭ. Биоремедиация с применением МТЭ, особенности и перспективы. Носимые биотопливные элементы для биомедицинских устройств. Применение в робототехнике.	Устный опрос
9	Теоретические и прикладные работы в КубГУ в области микробной биоэнергетики.	История биотехнологических исследований и практических работ в КубГУ, опыт микробных экобиотехнологий. Зеленые микроводоросли как перспективный источник биотоплива. Микробные топливные элементы – лабораторные и полевые исследования, практические приложения в образовательном процессе, в мониторинге окружающей среды. Интеграция в природные и техногенные экосистемы. Сетевые структуры с применением МТЭ. Проектный подход к работе с МТЭ, инновационный опыт внедрения, принцип биологического конструктора.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Классификация, биохимические и биофизические основы микробной энергетики	Микроорганизмы – биологические агенты для микробной энергетики, фототрофы и гетеротрофы, аэробы и анаэробы. Природные микробные сообщества с различным типом энергетического метаболизма на примере колонки Виноградского.	К, ЛР
2.	Энергетический обмен прокариот биохимические и биофизические основы	Гетеротрофный энергетический обмен веществ у микроорганизмов на примере аэробного и бродильного метаболизма дрожжей.	К, ЛР

3.	Биологическая энергетика – прикладные аспекты	Брожения. ЦТК. Типы фосфорилирования. Окислительно-восстановительные реакции. Электрон-транспортные цепи прокариот. АТФ-синтаза. Автотрофный метаболизм бактерий. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.	К, ЛР
4.	Биотоплива – виды, способы получения. Биоэнергетические системы на основе фототрофов	Культивирование микроводорослей как одноклеточных фототрофных организмов – потенциальных источников липидов для биотоплив 3 поколения.	К, ЛР
5.	Микробные топливные элементы – биологические, физические, химические основы функционирования.	Биоэлектрогенез в модельном микробном топливном элемент мембранного типа – влияние типа микроорганизма, медиаторов электронного переноса, концентрации кислорода, топливного субстрата и др. факторов Влияние веществ-токсикантов на биологическую активность и электрические показатели монокультур и микробных сообществ электрогенных микроорганизмов	К, ЛР
6.	Практические приложения применения микробных биоэлектрохимических систем	Расчёт удельной мощности микробных топливных элементов. МТЭ как источники энергии для питания маломощных электронных устройств на примере датчиков мониторинга.	К, ЛР
7.	Теоретические и прикладные работы в КубГУ в области микробной биоэнергетики.	Конструирование биотопливных элементов различных типов – бентосного, почвенного, растительно-микробного и др. Оценка биологической (дыхательной, ферментативной и др.) активности и электрических показателей применяемых в них микроорганизмов.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
2	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению курса "Микробная биоэнергетика" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии; •
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении; •
- проблемное обучение

Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия.

Семестр	Вид занятия (Л, ЛР, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
7	ЛР	Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по тематике занятия. Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: - энергетический метаболизм у фотоавтотрофов - энергетический метаболизм у фотогетеротрофов - энергетический метаболизм у хемоавтотрофов (литотрофов) - энергетический метаболизм у хемогетеротрофов Примерная тематика рефератов: 1. Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов. 2. Биотопливные элементы – ферментные и микробные. Биосенсоры. 3. Биофизические основы функционирования микробных топливных элементов (МТЭ). Энергетика МТЭ. 4. Классификация с точки зрения конструктивных особенностей, применяемых микроорганизмов, медиаторов электронного переноса и др. 5. Биологические особенности анодофильных микроорганизмов. Механизмы переноса электронов. 6. Бактерии-электрогены, микробные сообщества с их участием. 7. Генетическое детерминирование электрогенеза прокариот.	6
8	ЛР	1. Биоинженерные устройства на основе БЭС. Растительно-микробные, почвенные, донные биотопливные элементы. 2. МТЭ как возобновляемые источники энергии, мощностные показатели, сравнение с традиционными ВИЭ. Микроэлектронные устройства как потребители их энергии. 3. Биосенсорные системы на основе МТЭ. 4. Биоремедиация с применением МТЭ, особенности и перспективы. 5. Носимые биотопливные элементы для биомедицинских устройств. Применение в робототехнике. 6. История биотехнологических исследований и практических работ в КубГУ, опыт микробных экобиотехнологий.	6
Итого:			12

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Микробная биоэнергетика». Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме защиты лабораторной работы, устного опроса, реферата, доклада-презентации по проблемным вопросам и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация

1	ИПК-3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии	Знает современные представления о строении и функционировании микробных электрогенных сообществ и особенностях их физиологии Умеет самостоятельно исследовать физиологические группы, микробные электрогенные сообщества бактерий и отдельные микроорганизмы почв, вод, других природных сред стандартными методами, проводить их культивирование Владеет навыками подготовки, постановки и учета результатов микробиологических анализов образцов почв, вод, иных природных сред	Вопросы для устного опроса по темам 1-2 Лабораторная работа № 1-2	Вопросы на зачёте 1-6
2	ИПК-3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира;	Знает современные представления о закономерностях развития органического мира Умеет выделять чистую культуру бактерий, определять физиологические потребности бактерий в факторах роста, определять электрогенную активность Владеет навыками использования современного измерительного оборудования	Вопросы для устного опроса по темам 3-4 Лабораторная работа № 3-4	Вопросы на зачёте 7-14
3	ИПК-3.3. Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов;	Знает способы длительного поддержания в жизнеспособном состоянии культур микроорганизмов с сохранением таксономических и других важных признаков Умеет выполнять научные проекты в области культивирования электрогенных бактерий, используемых в биотехнологии, сельском хозяйстве и охране природы Владеет навыками подготовки научных проектов и научно-технических отчетов	Вопросы для устного опроса по теме 5 Лабораторная работа № 5-12.	Вопросы на зачёте 15-26
	ИПК 4.1. Умеет организовывать процесс проведения исследований с участием привлеченных коллективов исполнителей.	знает этапы выполнения исследований в микробной биоэнергетике умеет создавать план исследований по микробной биоэнергетике и распределять задачи владеет навыками организации лабораторного исследования электрогенных микроорганизмов	Вопросы для устного опроса по теме 6-7 Лабораторная работа № 13-17.	Вопросы на экзамене 1-9
	ИПК 4.2. Умеет оценивать научные результаты отдельных ученых и/или коллективов исполнителей	знает принципы составления лабораторных отчетов умеет анализировать полученные в процессе лабораторной работы результаты владеет навыками проверки и оценки результатов лабораторного исследования жизнедеятельности электрогенных микроорганизмов	Вопросы для устного опроса по теме 8 Лабораторная работа № 18-26	Вопросы на экзамене 10-23
	ИПК 4.3 Обладает навыками проведения мероприятий по оценке состояния природной среды и восстановлению биоресурсов.	знает основные пути микробиологической оценки состояния природной среды при помощи электрогенных микроорганизмов умеет использовать электрогенных бактерий для микробиологической оценки состояния природной среды владеет навыками работы на современном оборудовании для оценки состояния природной среды	Вопросы для устного опроса по теме 9 Лабораторная работа № 27-30	Вопросы на экзамене 24-33

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки в виде устного опроса, а также с помощью докладов (рефератов) студентов с мультимедийными презентациями и коллоквиумов.

Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:

Тема 1. Биологическая энергетика – теоретические основы и прикладные аспекты

1. Термодинамические основы биоэнергетических процессов.
2. Биологически доступные виды энергии в окружающей среде и молекулярные механизмы их акцепции и преобразования.
3. Биоэнергетика как междисциплинарная биологическая наука. Биоэнергетика как техническая отрасль.
4. Виды возобновляемой энергии, традиционные и перспективные источники возобновляемой энергии, их место в энергобалансе ключевых экономик мира.
5. Функционирующие установки на основе ВИЭ.

Тема 2. Энергетический обмен прокариот – классификация, биохимические и биофизические основы

6. Классификация живых организмов с точки зрения способов получения энергии, источников углерода и электронов. Метаболические группы прокариот.
7. Гетеротрофный метаболизм бактерий. Макроэргические соединения.
8. Брожения. ЦТК. Типы фосфорилирования.
9. Окислительно-восстановительные реакции. Электрон-транспортные цепи прокариот. АТФ-синтаза.
9. Автотрофный метаболизм бактерий. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.

Тема 3. Биотоплива – виды, способы получения. Биоэнергетические системы на основе фототрофов

10. Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив.
11. Первое, второе, третье поколения биотоплив. Твёрдое биотопливо.
12. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др.
13. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др.
14. Биотопливо и вопрос углеродной нейтральности. Агробιοценозы и установки для получения биотоплив.
15. Биоэнергетические системы на основе микроорганизмов-фототрофов.
16. Фотобиореакторы. Фотобиовольтаика. Искусственный фотосинтез.

Тема 4. Микробные топливные элементы – биологические, физические, химические основы функционирования.

17. Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов.
18. Биотопливные элементы – ферментные и микробные. Биосенсоры.
19. Биофизические основы функционирования микробных топливных элементов (МТЭ). Энергетика МТЭ.
20. Классификация с точки зрения конструктивных особенностей, применяемых микроорганизмов, медиаторов электронного переноса и др.
21. Биологические особенности анодофильных микроорганизмов. Механизмы переноса электронов.
22. Бактерии-электрогены, микробные сообщества с их участием.
23. Генетическое детерминирование электрогенеза прокариот.

Тема 5. Практические приложения микробных биоэлектрохимических систем

24. Биоинженерные устройства на основе БЭС. Растительно-микробные, почвенные, донные биотопливные элементы.
25. МТЭ как возобновляемые источники энергии, мощностные показатели, сравнение с традиционными ВИЭ. Микроэлектронные устройства как потребители их энергии.

26. Биосенсорные системы на основе МТЭ.
27. Биоремедиация с применением МТЭ, особенности и перспективы.
28. Носимые биотопливные элементы для биомедицинских устройств. Применение в робототехнике.

Тема 6. Теоретические и прикладные работы в КубГУ в области микробной биоэнергетики.

29. История биотехнологических исследований и практических работ в КубГУ, опыт микробных экобиотехнологий.
30. Зеленые микроводоросли как перспективный источник биотоплива.
31. Микробные топливные элементы – лабораторные и полевые исследования, практические приложения в образовательном процессе, в мониторинге окружающей среды.
32. Интеграция в природные и техногенные экосистемы. Сетевые структуры с применением МТЭ.
33. Проектный подход к работе с МТЭ, инновационный опыт внедрения, принцип биологического конструктора.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако на все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Вопросы к коллоквиумам и лабораторным работам

Тема 1. Биологическая энергетика – теоретические основы и прикладные аспекты

1. Термодинамические основы биоэнергетических процессов.
2. Биологически доступные виды энергии в окружающей среде и молекулярные механизмы их акцепции и преобразования.
3. Биоэнергетика как междисциплинарная биологическая наука. Биоэнергетика как техническая отрасль.
4. Виды возобновляемой энергии, традиционные и перспективные источники возобновляемой энергии, их место в энергобалансе ключевых экономик мира.
5. Функционирующие установки на основе ВИЭ.

Тема 2. Энергетический обмен прокариот – классификация, биохимические и биофизические основы

6. Классификация живых организмов с точки зрения способов получения энергии, источников углерода и электронов. Метаболические группы прокариот.
7. Гетеротрофный метаболизм бактерий. Макроэргические соединения.
8. Брожения. ЦТК. Типы фосфорилирования.

9. Окислительно-восстановительные реакции. Электрон-транспортные цепи прокариот. АТФ-синтаза.

9. Автотрофный метаболизм бактерий. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.

Тема 3. Биотоплива – виды, способы получения. Биоэнергетические системы на основе фототрофов

10. Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив.

11. Первое, второе, третье поколения биотоплив. Твёрдое биотопливо.

12. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др.

13. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др.

14. Биотопливо и вопрос углеродной нейтральности. Агробιοοценозы и установки для получения биотоплив.

15. Биоэнергетические системы на основе микроорганизмов-фототрофов.

16. Фотобиореакторы. Фотобиовольтаика. Искусственный фотосинтез.

Тема 4. Микробные топливные элементы – биологические, физические, химические основы функционирования.

17. Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов.

18. Биотопливные элементы – ферментные и микробные. Биосенсоры.

19. Биофизические основы функционирования микробных топливных элементов (МТЭ). Энергетика МТЭ.

20. Классификация с точки зрения конструкционных особенностей, применяемых микроорганизмов, медиаторов электронного переноса и др.

21. Биологические особенности анодофильных микроорганизмов. Механизмы переноса электронов.

22. Бактерии-электрогены, микробные сообщества с их участием.

23. Генетическое детерминирование электрогенеза прокариот.

Тема 5. Практические приложения микробных биоэлектрохимических систем

24. Биоинженерные устройства на основе БЭС. Растительно-микробные, почвенные, донные биотопливные элементы.

25. МТЭ как возобновляемые источники энергии, мощностные показатели, сравнение с традиционными ВИЭ. Микроэлектронные устройства как потребители их энергии.

26. Биосенсорные системы на основе МТЭ.

27. Биоремедиация с применением МТЭ, особенности и перспективы.

28. Носимые биотопливные элементы для биомедицинских устройств. Применение в робототехнике.

Тема 6. Теоретические и прикладные работы в КубГУ в области микробной биоэнергетики.

29. История биотехнологических исследований и практических работ в КубГУ, опыт микробных экобиотехнологий.

30. Зеленые микроводоросли как перспективный источник биотоплива.

31. Микробные топливные элементы – лабораторные и полевые исследования, практические приложения в образовательном процессе, в мониторинге окружающей среды.

32. Интеграция в природные и техногенные экосистемы. Сетевые структуры с применением МТЭ.

33. Проектный подход к работе с МТЭ, инновационный опыт внедрения, принцип биологического конструктора.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;

- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к зачёту:

1. Биологически доступные виды энергии в окружающей среде и молекулярные механизмы их акцепции и преобразования.
2. Биоэнергетика как междисциплинарная биологическая наука.
3. Биоэнергетика как техническая отрасль.
4. Виды возобновляемой энергии,
5. Традиционные и перспективные источники возобновляемой энергии
6. Классификация живых организмов с точки зрения способов получения энергии, источников углерода и электронов.
7. Метаболические группы прокариот.
8. Гетеротрофный метаболизм бактерий.
9. Макроэргические соединения.
10. Брожения.
11. ЦТК.
12. Типы фосфорилирования.
13. Автотрофный метаболизм бактерий.
14. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.
15. Понятие биотоплива.
16. Сырьё и биологические агенты для получения биотоплив.
17. Первое, второе, третье поколения биотоплив.
18. Твёрдое биотопливо.
19. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др.
20. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др.
21. Биотопливо и вопрос углеродной нейтральности.
22. Агробιοценозы и установки для получения биотоплив.
23. Биоэнергетические системы на основе микроорганизмов-фототрофов.
24. Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов.
25. Биотопливные элементы – ферментные и микробные.
26. Биосенсоры.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Термодинамические основы биоэнергетических процессов.
2. Биологически доступные виды энергии в окружающей среде и молекулярные механизмы их акцепции и преобразования.
3. Биоэнергетика как междисциплинарная биологическая наука. Биоэнергетика как техническая отрасль.
4. Виды возобновляемой энергии, традиционные и перспективные источники возобновляемой энергии, их место в энергобалансе ключевых экономик мира.
5. Функционирующие установки на основе ВИЭ.
6. Классификация живых организмов с точки зрения способов получения энергии, источников углерода и электронов. Метаболические группы прокариот.
7. Гетеротрофный метаболизм бактерий. Макроэргические соединения.
8. Брожения. ЦТК. Типы фосфорилирования.
9. Окислительно-восстановительные реакции. Электрон-транспортные цепи прокариот. АТФ-синтаза.

9. Автотрофный метаболизм бактерий. Типы и особенности бактериального фотосинтеза.
10. Понятие биотоплива. Сырье и биологические агенты для получения биотоплив.
11. Первое, второе, третье поколения биотоплив. Твёрдое биотопливо.
12. Жидкое биотопливо. Биодизель, биоэтанол и др.
13. Газовое биотопливо. Биогаз, биоводород и др.
14. Биотопливо и вопрос углеродной нейтральности. Агробиоценозы и установки для получения биотоплив.
15. Биоэнергетические системы на основе микроорганизмов-фототрофов.
16. Фотобиореакторы. Фотобиовольтаика. Искусственный фотосинтез.
17. Биоэлектрохимические системы (БЭС) на основе микроорганизмов.
18. Биотопливные элементы – ферментные и микробные. Биосенсоры.
19. Биофизические основы функционирования микробных топливных элементов (МТЭ). Энергетика МТЭ.
20. Классификация с точки зрения конструкционных особенностей, применяемых микроорганизмов, медиаторов электронного переноса и др.
21. Биологические особенности анодофильных микроорганизмов. Механизмы переноса электронов.
22. Бактерии-электрогены, микробные сообщества с их участием.
23. Генетическое детерминирование электрогенеза прокариот.
24. Биоинженерные устройства на основе БЭС. Растительно-микробные, почвенные, донные биотопливные элементы.
25. МТЭ как возобновляемые источники энергии, мощностные показатели, сравнение с традиционными ВИЭ. Микроэлектронные устройства как потребители их энергии.
26. Биосенсорные системы на основе МТЭ.
27. Биоремедиация с применением МТЭ, особенности и перспективы.
28. Носимые биотопливные элементы для биомедицинских устройств. Применение в робототехнике.
29. История биотехнологических исследований и практических работ в КубГУ, опыт микробных экобиотехнологий.
30. Зеленые микроводоросли как перспективный источник биотоплива.
31. Микробные топливные элементы – лабораторные и полевые исследования, практические приложения в образовательном процессе, в мониторинге окружающей среды.
32. Интеграция в природные и техногенные экосистемы. Сетевые структуры с применением МТЭ.
33. Проектный подход к работе с МТЭ, инновационный опыт внедрения, принцип биологического конструктора.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания экзамена:

- оценка «отлично» выставляется, если студент усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять практические задания.требуемые общекультурные и профессиональные компетенции сформированы; умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения; студент затрудняется в выявлении связи излагаемого материала с другими разделами программы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы экзаменационного билета, не смог обоснованно ответить на дополнительные вопросы, допускает неточности в формулировках;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился к экзамену, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки; оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент положил билет и оставил его без ответа.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Шагинурова, Г.И. Техническая микробиология: учебно-методическое пособие / Г.И. Шагинурова, Е.В. Перушкина, К.Г. Ипполитов; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2010. - 122 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-0909-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259051>.

2. Тарантул, В.З. Толковый словарь по молекулярной и клеточной биотехнологии: русско-английский / В.З. Тарантул; Российская академия наук, Институт молекулярной генетики. - Москва: Языки славянской культуры, 2016. - Т. 2. - 1041 с. - ISBN 978-594457-262-2; [Эл.ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=473831>.

3. Ермишин, А.П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность / А.П. Ермишин. - Минск: Белорусская наука, 2013. - 172 с. - ISBN 978-985-08-1592-7; [Электронный ресурс]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231206>.

4. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530288>

5. Загоскина, Н. В. Экологическая биотехнология : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 99 с. — (Высшее

образование). — ISBN 978-5-534-16030-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530293>.

6. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов ; ответственный редактор А. И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508952>.

7. Загоскина, Н. В. Генетическая инженерия : учебник и практикум для вузов / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 118 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16029-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530292>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полуг.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полуг.)
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе		ЧЗ	2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-
Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полуг.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2
Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полуг.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>

2. Электронная библиотека GREBENNİKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>
2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>
10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.oversea.cnki.net/>
13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>
5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может.

Методические рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям:

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы. План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

Методические рекомендации по подготовке презентаций:

- знакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму:

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме

- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам:

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы;
- рассмотреть предложенные вопросы;
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу;
- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- ознакомиться с оборудованием занятия;
- выполнить задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу;
- подвести итог и сделать структурированные выводы.

Методические рекомендации по подготовке к зачёту:

Зачет – это проверочное испытание по учебному предмету, своеобразный итоговый рубеж изучения дисциплины, позволяющий лучше определить уровень знаний, полученный обучающимися. Для успешной сдачи зачета студенты должны помнить следующее:

- к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять;
- при подготовке к зачету требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы;
- семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение зачета;
- готовиться к зачету нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:
 - правильность ответов на вопросы;
 - полнота и лаконичность ответа;
 - способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные;
 - ориентирование в литературе;
 - знание основных проблем учебной дисциплины;
 - понимание значимости учебной дисциплины в системе;
 - логика и аргументированность изложения;
 - культура ответа. Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.

Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. При подготовке к сдаче весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя два этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к зачёту необходимо начинать с первой лекции и первого семинара. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого семинара.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование оборудованных учебных кабинетов	перечень основного оборудования	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 412):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, термостат	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, шейкеры, центрифуга, термостаты, фотокolorиметр,	Microsoft Windows Microsoft Office

аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 414):	дозаторы, спектрофотометр, ламинарный шкаф, вытяжной шкаф, весы	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 419):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, центрифуга, дозаторы, фотоколориметр, весы	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 437)	проектор, компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети "Интернет" (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) и доступом в электронную информационно-образовательную среду, веб-камера, доска учебная, учебная мебель.	Microsoft Windows Microsoft Office