

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.10 Биотехнология

Направление подготовки/специальность: 06.03.01 - Биология

Профиль/направленность/специализация: Общая биология и биотехнология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2024

Автор программы:

Доктор биологических наук, доцент Гусев Александр Анатольевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 - Биология (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 920).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	15
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	30
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	32
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	32

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, умение проводить патентный поиск по направлению исследований, оценивать эффективность проекта

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований живой природы; научных исследований с использованием биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, в целях охраны природы), 13 Сельское хозяйство (в сферах: получения новых сортов и пород в растениеводстве и животноводстве; обеспечения экологической безопасности продуктов сельскохозяйственного производства)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, умение проводить патентный поиск по направлению исследований, оценивать эффективность проекта	Имеет представление о принципах современной биотехнологии. Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств. Определяет биологическую безопасность продукции биотехнологических и биомедицинских производств с применением технологии беспроводной связи и других цифровых технологий

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен использовать нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности работ, умение проводить патентный поиск по направлению исследований, оценивать эффективность проекта

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		7	8
1	Основы биотехнологии микроводорослей	+	

2	Практика по профилю профессиональной деятельности		+
3	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа		+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Биотехнология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 06.03.01 - Биология.

Дисциплина «Биотехнология» изучается в 7 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины:

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	64
Лекции (Лекции)	32
Лабораторные (Лаб. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	44
Экзамен	36

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Введение в предмет	2	-	2	Опрос
2	Промышленная биотехнология	2	-	2	Опрос
3	Инженерная энзимология	2	-	4	Опрос
4	Биоэнергетика и биологические процессы переработки минерального сырья	2	-	4	Опрос
5	Микроклональное размножение. Клеточная и генетическая инженерия.	4	-	4	Опрос

6	Перспективы развития биотехнологии	4	-	4	Контрольная работа
7	Понятие и основы биоэкономики.	2	2	4	Лабораторная работа
8	ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	2	2	4	Лабораторная работа
9	Примеры использования биотехнологий	2	9	4	Лабораторная работа
10	Штаммы, музеи, патентование.	2	9	4	Лабораторная работа
11	Аппаратное оформление микробиологических производств.	2	2	4	Лабораторная работа
12	Биогеотехнологии и защита окружающей среды.	6	8	4	Лабораторная работа; Контрольная работа

Тема 1. Введение в предмет (ПК-4)

Лекция.

Биотехнология как современное направление развития биологии. История развития биотехнологии. Связь биотехнологии с другими дисциплинами. Основные биотехнологии: промышленная биотехнология, клеточная инженерия, генная инженерия. Предмет, задачи и методы биотехнологии.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Основные цели и задачи биотехнологии.
- 2 История развития науки.
- 3 Что такое биотехнологический процесс.
- 4 Какие выделяют принципы биотехнологии.
- 5 Преимущества биотехнология перед другими видами технологий.
- 6 Первоочередные задачи современной биотехнологии.

Тема 2. Промышленная биотехнология (ПК-4)

Лекция.

Основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов. Стадии биотехнологического производства. Процессы промышленной биотехнологии: получение биомассы и продуктов метаболитов. Технология приготовления питательных сред для биосинтеза. Виды сред. Поддержание чистой культуры. Ферментация. Виды ферментов. Общие принципы разделения веществ. Методы тонкой очистки и разделения препаратов. Получение товарных форм препаратов.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

1. Техническая вооруженность биотехнологических процессов.

2. Принципы технического оснащения биопроизводств.
3. Химическая коррозия.
4. Физическая (электрохимическая) коррозия.
5. Биологическая коррозия.
6. Интенсивность работы оборудования.
7. Некоторые особенности культивирования биообъектов.
8. Обезвреживание отходов биотехнологических производств.

Тема 3. Инженерная энзимология (ПК-4)

Лекция.

Производство белка микроорганизмами. Продуценты белка. Производство микробной биомассы. Питательные среды. Дрожжи как продуценты белка. Бактерии как продуценты белка. Грибы как продуценты белка. Нормальные парафины - субстрат для культивирования микроорганизмов. Дистилляты нефти как субстрат для культивирования микроорганизмов. Природный газ как субстрат для культивирования микроорганизмов. Спирты как субстрат для культивирования микроорганизмов. Растительные гидролизаты как субстрат для культивирования микроорганизмов. Отходы промышленных предприятий как субстрат для культивирования микроорганизмов.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

1. Классификация ферментов.
2. Глубинный метод производства ферментов.
3. Производство ферментов при поверхностном культивировании продуцентов.
4. Иммобилизация ферментов. Общая характеристика иммобилизованных ферментов.
5. Классификация носителей для ферментов.
6. Методы иммобилизации ферментов.
7. Применение иммобилизованных ферментов.

Тема 4. Биоэнергетика и биологические процессы переработки минерального сырья (ПК-4)

Лекция.

Биоэнергетика. Методы превращения биомассы в энергию. Метановое брожение - метаногенез. История открытия метаногенеза. Этапы биометаногенеза. Связь метанобактерий и водообразующих бактерий. Использование отходов пищевой промышленности для получения биогаза. Использование отходов сельского хозяйства для получения биогаза. Получение биогаза в разных странах мира. Получение дешевого биосинтетического этанола. Спирт - альтернативный источник энергии. Биогеотехнология выщелачивания металлов. Борьба с метаном в угольных шахтах. Биогеотехнология и повышение нефтеотдачи пластов.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

1. Биометаногенез.
2. Этапы биометаногенеза.
3. Использование отходов пищевой промышленности для получения биогаза.
4. Использование отходов сельского хозяйства для получения биогаза.
5. Получение биогаза в России.
6. Получение биогаза в Индии и Китае.
7. Получение дешевого биосинтетического этанола.

8. Спирт - альтернативный источник энергии.
9. Биоготехнология выщелачивания металлов.
10. Биоготехнология обессеривания углей.
11. Биоготехнология и борьба с метаном в угольных шахтах.
12. Биоготехнология и повышение нефтеотдачи пластов.

Тема 5. Микрклональное размножение. Клеточная и генетическая инженерия. (ПК-4)

Лекция.

Микрклональное размножение и оздоровление растений. Семенное и вегетативное размножение. Преимущества микрклонального размножения перед традиционными способами размножения растений. История метода. Факторы, влияющие на процесс микрклонального размножения. Химические и физические условия культивирования. Этапы микрклонального размножения. Культивирование тканей. Методы микрклонального размножения. История проблемы. Оздоровление посадочного материала от вирусов. История изучения. Метод химиотерапии. Метод термотерапии.

Клеточная селекция. Методы клеточной селекции. Типы клеточных культур, используемых в селекции. Преимущества клеточной селекции перед традиционными селекционными методами. Требования к использованию клеточного мутагенеза.

Генная инженерия. Методы генной инженерии. История развития генной инженерии. Ферменты, применяемые в генной инженерии. Механизм действия этих ферментов. Построение карт рестрикции. Конструирование рекомбинантных ДНК.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

1. Культивирование соматических клеток: характеристика, введение в культуру, пассирование.
2. Применение изолированных протопластов.
3. Способы получения и культивирования протопластов.
4. Способы слияния протопластов.
5. Виды соматических гибридов.
6. Возможности генной инженерии.
7. Генная инженерия как наука, методы.
8. Методы генной инженерии.
9. История генной инженерии.
10. Основные ферменты: рестриктазы, лигазы, полимеразы.
11. Механизм действия рестриктаз, системы метилирования ДНК.
12. Построение карт рестрикции.
13. Конструирование рекомбинантных ДНК.

Тема 6. Перспективы развития биотехнологии (ПК-4)

Лекция.

Перспектива развития биотехнологии. Проблемы биотехнологии. Источники биотехнологического сырья. Получение ферментов. Изучение участия микроорганизмов в биосферных процессах: образование почв, очистка воздушных и водных масс. Создание биополимеров. Разработка способов использования экологически чистых источников энергии. Генная и клеточная инженерия. Генная инженерия в медицине и сельском хозяйстве. ГМО растения. Генная инженерия в животноводстве.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

1. Биологическая азотфиксация.
2. Бактериальные удобрения на основе клубеньковых бактерий.
3. Микробные инсектициды.
4. Микробные пестициды.
5. Бактериальные энтомопатогенные препараты.
6. Грибные энтомопатогенные препараты.
7. Вирусные энтомопатогенные препараты.
8. Бактериальные удобрения на основе клубеньковых бактерий.
9. Технология получения азотобактерина.
10. Технология получения фосфобактерина.
11. Антибиотики для сельского хозяйства.
12. Методы трансплантации ядер.
13. Клонирование млекопитающих.

Тема 7. Понятие и основы биоэкономики. (ПК-4)

Лекция.

Определение биоэкономики, основные понятия и термины. Задачи и цели биоэкономики. Основные отрасли биоэкономики. Содержание отраслей биоэкономики и их развитие. Связь развития биоэкономики с повышением энергоэффективности, эффективным использованием отходов, развитием возобновляемой энергетики на основе биомассы, экологизацией промышленного сектора, повышением устойчивости сельского хозяйства, производством новых продуктов питания, развитием медицинских технологий и получением лекарственных средств. Преимущества биоэкономики. Определение возможностей и потенциала развития биоэкономики - мировые тренды и методы их оценки. Пример анализа рынка с позиции научно-технического и технологического уровня, а также с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей. Биоэкономика в России. Роль и место биотехнологий в биоэкономике. Внедрение в промышленность и их применение.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "С-1 платформа.

С1-Платформа как направление достижения углеродной нейтральности. Роль данного достижения в контексте обеспечения устойчивого развития. Понятие и определение устойчивого развития. Цели и задачи устойчивого развития. Концепция устойчивого развития. Индикаторы устойчивого развития и способы их определения. Объекты оценивания и рейтинг устойчивого развития. Инструменты и применение интегрированных методов для достижения устойчивого развития в отраслях экономики. Результаты на примере конкретного(ых) направления(ий) (например, в сельском хозяйстве - понятие и технологии интегрированной защиты растений с применением биологических и химических препаратов).

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Преимущества биоэкономики.
- 2 Определение возможностей и потенциала развития биоэкономики - мировые тренды и методы их оценки.
- 3 Пример анализа рынка с позиции научно-технического и технологического уровня, а также с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей.
- 4 Биоэкономика в России.
- 5 Роль и место биотехнологий в биоэкономике.
- 6 Внедрение в промышленность и их применение.

Тема 8. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция (ПК-4)

Лекция.

Понятие ESG. Параметры и критерии. Базовые принципы ESG и их важность. Влияние ESG-инвестиций на рынок. ESG-интеграция, оценка рисков и возможностей. Способы внедрения принципов ESG. Актуальные экологические проблемы. Биотехнологии как способ влияния на актуальные проблемы экологии. Процесс усовершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду. Национальные проекты и перспективы дальнейшего внедрения принципов ESG. Органическая продукция - суть, распределение.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "ESG и устойчивое развитие".

Прорывные направления развития современной молекулярной генетики. Преимущества и недостатки использования биотехнологий. Двойное применение биотехнологий. Рассмотрение противоположных мнений по представленному вопросу, аргументация позиции, предложения по корректировке применения. Система контроля биологической безопасности. Предсказание негативных техногенных сценариев и возможных сценарий их предотвращения.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Процесс усовершенствования химических процессов в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.
- 2 Национальные проекты и перспективы дальнейшего внедрения принципов ESG.
- 3 Органическая продукция - суть, распределение.

Тема 9. Примеры использования биотехнологий (ПК-4)

Лекция.

Основные направления и примеры использования биотехнологий в различных отраслях. Условия применения и перспективы развития. Сельское хозяйство. Конверсия растительного сырья. Получение растительного сырья с требуемыми свойствами. Вопросы еменоводства, агротехники и состояние плодородия почвы и способы их решения. Животноводство и птицеводство. Применение современных биотехнологий для создания качественного племенного стада с использованием методов применения геномных технологий для совершенствования коммерческих и сохранения генофондных пород крупного рогатого скота (или других животных) России. Пищевая, целлюлозно-бумажная, кожевенная и текстильная промышленность. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.

Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения. Биотехнологическое получение антимикробных препаратов, биологически активных соединений, пробиотиков и пребиотиков, витаминов, аминокислот и белков, липидов, стероидов, полисахаридов. Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения лекарственных средств.

Лабораторные работы.

Подготовка к лабораторной работе "Основы трансформации бактерий."

Лабораторная работа "Основы трансформации бактерий."

Лабораторные работы призваны сформировать базовые навыки работы в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и дать представление о методах конструирования промышленных штаммов-продуцентов и технологиях микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов и ферментационных аппаратов.

Цель: научиться проводить трансфекцию плазмиды в клетку, оценивать компетентность клеток и эффективность трансфекции, скорость наработки белка, разрезать и сшивать молекулы ДНК, использовать метод ПЦР, работать с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей.

Задача работы состоит в обучении студентов практическим основам трансформации бактерий. Студентам предстоит трансфицировать в бактерию плазмиду, содержащую красный флуоресцентный белок. Необходимо будет оценить эффективность трансфекции, а также скорость наработки бактериями белка путем измерения сигнала флуоресценции. Во второй части цикла лабораторных работ студенты осваивают методы гель электрофореза ДНК, методы амплификации фрагмента ДНК с плазмиды методом ПЦР, методы разрезания и сшивания ДНК. День 1: Трансформация бактерий с помощью плазмиды, содержащей флуоресцентный белок; высевание клеток на агарозный гель; подращивание в течение ночи. Работа с ПО по просмотру плазмид, поиск сайтов рестрикции.

День 2: Анализ эффективности трансфекции выращенных колоний. Подращивание культуры клеток в объемной среде с различной концентрацией индуктора. Работа с базами данных генетических последовательностей. Анализ уровней экспрессии белка. Выделение плазмиды. Рестрикция плазмиды. Разделение фрагментов ДНК методом гель электрофореза. Переклонирование генетической конструкции в плазмидный бэкбон с устойчивостью к другому антибиотику. Высевание клеток на агарозный гель

День 3: Анализ выращенных колоний, ПЦР-клон чек.

Подготовка к лабораторной работе "Общая стратегия конструирования штаммов-продуцентов ферментов".

Примеры создания штаммов-продуцентов кормовых ферментов фитазы, ксиланазы, маннаны, альфа-амилазы и др.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения.
- 2 Биотехнологическое получение антимикробных препаратов, биологически активных соединений, пробиотиков и пребиотиков, витаминов, аминокислот и белков, липидов, стероидов, полисахаридов.
- 3 Использование рекомбинантных микроорганизмов для получения лекарственных средств.

Тема 10. Штаммы, музеи, патентование. (ПК-4)

Лекция.

Понятие и группы штаммов. Характерные особенности штамма. Требования к выбору штамма. Отбор и модификация промышленных штаммов-продуцентов фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов. Работа со штаммами. Представление о подготовке посевного материала, подготовке питательных сред, процессе ферментации с контролем ее проведения. Формирование представления о процессе очистки культуральной жидкости, концентрации и получении готовых препаративных форм. Подходы к выделению и очистке биологически активных соединений и лекарственных средств. Музеи штаммов на промышленных предприятиях. Патентование штаммов и их депонирование в уполномоченных коллекциях. Цель и задачи. Суть процедуры. Три формы депонирования - особенности использования. Российская Федерация - крупнейшая биотехнологическая держава. Предпосылки становления и препятствия на пути реализации.

Лабораторные работы.

ЛР включает следующие этапы:

1. трансформация штамма *Bacillus subtilis* плазмидой, содержащей гена альфа-амилазы под сильным промотором.
 2. Отбор рекомбинантного штамма по амилазной активности.
 3. ПЦР-анализ для подтверждения структуры вставки.
 4. культивирование модифицированного штамма в колбе или лабораторном ферментере. Измерение ростовых характеристик культуры, её амилазной активности.
- Подготовка к лабораторной работе "Лих-биосенсоры: создание и направления использования".

Лабораторная работа ""Lux-биосенсоры: создание и направления использования".

Получение штамма *Escherichia coli*, содержащего lux - оперон из *Photobacterium luminescens* и его использование для экологического мониторинга.

ЛР включает следующие этапы:

1. ведение оперона Lux из *P. luminescens* в *E.coli* в составе плазмиды;
2. идентификация клонов, получивших lux-оперон, по уровню люминесценции и с помощью ПЦР;
3. определение общей токсичности образца по изменению уровня люминесценции культуры.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Музеи штаммов на промышленных предприятиях.
- 2 Патентование штаммов и их депонирование в уполномоченных коллекциях.
- 3 Цель и задачи. Суть процедуры.
- 4 Три формы депонирования - особенности использования.
- 5 Российская Федерация - крупнейшая биотехнологическая держава.
- 6 Предпосылки становления и препятствия на пути реализации.

Тема 11. Аппаратное оформление микробиологических производств. (ПК-4)

Лекция.

Аппаратное оформление микробиологических производств. Общее представление о всей цепочке технологического процесса. Процесс биотехнологических производств. Особенности биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов. Описание необходимого оборудования для производства любых биопрепаратов. Выделение и очистка продуктов биотехнологий - методы и характерные особенности.

Понятие регламента. Особенности лабораторного и промышленного регламента. Трудности масштабирования – путь от лабораторного до промышленного регламента. Нормативные документы, регламентирующие биотехнологические производства фармацевтического профиля. Требования лабораторной, клинической и производственной практики в биотехнологическом фармацевтическом производстве. Системы GLP, GCP и GMP.

Лабораторные работы.

Экскурсия-практикум.

Организация экскурсии на действующее предприятие. Знакомство с оборудованием и лабораторными процессами в промышленных масштабах.

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Понятие регламента.
- 2 Особенности лабораторного и промышленного регламента.
- 3 Трудности масштабирования – путь от лабораторного до промышленного регламента.

Тема 12. Биогеотехнологии и защита окружающей среды. (ПК-4)

Лекция.

Биогеотехнология. Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии, основные понятия, термины. Технологии получения цветных и благородных металлов из сульфидных руд. Основные принципы, лежащие в основе биогидрометаллургических технологий.

Разнообразие микроорганизмов, используемых в биоготехнологических процессах (таксономические и физиологические группы), их биоготехнологическая и биотехнологическая роль. Механизмы взаимодействия микроорганизмов с сульфидными минералами руд. Биотехнологии получения металлов из руд. История развития. Основные технологические процессы. Опыт практического применения биогидрометаллургических технологий. Перспективы развития новых направлений в биогидрометаллургии и внедрения новых биогидрометаллургических технологий. Биотехнологии для решения природоохранных проблем в горно-металлургическом комплексе (очистка сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианидов и тиоцианатов). Микробиологические методы повышения нефтеотдачи.

Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения. Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений. Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов. Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта. Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами. Типы метаногенеза в нефтяных пластах. Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов. Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах.

Технологии очистки сточных вод. История создания и развития очистных сооружений. Фундаментальные основы очистки сточных вод (физические, физико-химические и биологические методы). Фракции сточной воды. Общая схема и основные этапы очистки сточных вод. Понятие «активный ил» – центральное звено биологической очистки сточных вод (состав, типы – плавающий, прикреплённый). Микроорганизмы и микробные сообщества, входящие в активный ил, понятие «флоккула» и флоккулообразование. Общие представления об основных микробиологических процессах – аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы, нитрификация, денитрификация, анаммокс, фосфатаккумуляция, сульфатредукция, метаногенез. Основы технологии очистки сточных вод. Общая схема очистного сооружения. Понятие биореактора-аэротенка (проточные, последовательно-периодического типа). Примеры современных технологий полной биологической очистки стоков (различные технологические зоны, рециклы). Метановое сбраживание – базовые понятия. Технология Анаммокс. Нитри-денитрификация. Продвинутое сложные технологии очистки – (биофильтры, гранулированные илы, очистка от цианидов, анаэробное окисление метана, очистка воздуха от аммония и сероводорода).

Понятие биоремедиация почв и водоемов. Углеродородокисляющие микроорганизмы – особенности метаболизма. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов. Какие физиологические группы микроорганизмов являются перспективными агентами для создания биогеохимического барьера на пути движения подземных вод, загрязненных компонентами жидких радиоактивных отходов. Влияние микроорганизмов на снижение миграции макрокомпонентов жидких РАО с током подземных вод. Методы борьбы с загрязнением пластиком. Возможности использования микробиологических методов для биоремедиации почв и водоемов, загрязненных тяжелыми металлами. Основные механизмы взаимодействия металлов и микроорганизмов - адсорбция или комплексообразование на клеточной поверхности; внутриклеточная аккумуляция; окисление или восстановление металлов; трансформация: метилирование или деметилирование; образование неорганических лигандов и осаждение металлов с ними; связывание металлов с экзополимерами. Факторы, влияющие на процесс биоремедиации – валентная форма металлов, pH и соленость растворов, концентрация загрязнителя, температура, штаммовые различия, живая и мертвая биомасса. Осаждение металлов-катионов в присутствии продуктов разложения растений – осаждение меди, цинка, свинца. Сорбция металлов экзополисахаридами. Применение хитозана для очистки стоков от катионов металлов. Использование активного ила для осаждения ионов металлов. Осаждение металлов в виде сульфидов. Очистка стоков от мышьяка в процессе окисления металла. Восстановление хроматов и очистка промышленных стоков от хрома. Биосорбенты на основе биомассы микроорганизмов, очистка растворов от урана и нитратов. Создание биобарьеров в почвах.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа "Биогеотехнологии и защита окружающей среды".

Знакомство с технологиями биовыщелачивания сульфидных руд и концентратов на примере лабораторных установок. Биогидрометаллургические технологии – кучное и реакторное биовыщелачивание, особенности разных типов минерального сырья и их влияние на выбор технологии переработки. Аппаратурное оформление промышленных технологий биовыщелачивания. Демонстрация обучающимся лабораторных реакторов с механическим перемешиванием и лабораторных перколяторов, которые используются для моделирования промышленных процессов. Разбор результатов лабораторных испытаний по реакторному и перколяторному биовыщелачиванию разных образцов руд и концентратов. Сопоставление полученных результатов с теоретическими знаниями, полученными в ходе лекционной части, объяснение закономерностей, которые наблюдались в ходе проведения лабораторных испытаний. Переработка органической фракции промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов. Переработка биоразлагаемой органической фракции муниципальных и сельскохозяйственных отходов методом компостирования. Основы компостирования, лабораторные и промышленные установки. Метантенки, анаэробное сбраживание, лабораторные и промышленные установки. История анаэробного сбраживания и значение для человечества. Принцип процесса. Субстраты для анаэробного сбраживания. Микробиология и химия анаэробного сбраживания. Наиболее важные технологические параметры, влияющих на процесс аэробного сбраживания. Классификация технологий анаэробного сбраживания. Основные конструкции анаэробных реакторов. Преодоление существующих ограничений анаэробного сбраживания. Новые тренды в анаэробном сбраживании.

Знакомство с технологиями очистки сточных вод на примере лабораторных установок удаления азота и фосфора. Лабораторное моделирование – неотъемлемая и обязательная часть разработки новых и оптимизации любых существующих технологий, в том числе - очистки сточных вод. Понятие лабораторного регламента (отличие от регламента лабораторной установки). Основные блоки реактора – емкостное оборудование/гидравлика, насосное оборудование (расходы), электрооборудование (нагрев,

насосы, воздух), автоматика (датчики, контроллеры, электроника, софт), биология, аналитика (мокрая химия, датчики). Понятие о масштабировании процессов.

Ознакомление обучающихся с аппаратным оформлением лабораторных установок для моделирования технологий очистки сточных вод – проточного и SBR-типа (последовательно-периодического типа). Ознакомление обучающихся с различными типами реакторов, моделирующих технологии: окислительного типа (удаление С и аммония), удаления С и азота (нитри-денитрификация), Анаммокс, удаления (С и Р) и всех биогенных элементов (С, N, Р).

Экскурсия-практикум.

Экскурсия на действующие очистные сооружения для знакомства с действующими метантенками

Задания для самостоятельной работы.

Проработать конспект лекций и литературу по следующим вопросам:

- 1 Микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения.
- 2 Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений.
- 3 Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов.
- 4 Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта.
- 5 Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами.
- 6 Типы метаногенеза в нефтяных пластах.
- 7 Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов.
- 8 Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- текущий контроль – 55 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 25 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
--------	------------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------------------------------

1.	Введение в предмет	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивиду-альный, комбинированный. Основные ка-чества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность ис-пользования наглядных пособий и техни-ческих средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>5 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии</p> <p>3 балла - студент умеет применять полу-ченную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на боль-шинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического заня-тия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оцени-вается.</p>
----	--------------------	-------	---	---

2.	Промышленная биотехнология	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивиду-альный, комбинированный. Основные ка-чества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность ис-пользования наглядных пособий и техни-ческих средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>5 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии</p> <p>3 балла - студент умеет применять полу-ченную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на боль-шинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического заня-тия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оцени-вается.</p>
----	----------------------------	-------	---	---

3.	Инженерная энзимология	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивиду-альный, комбинированный. Основные ка-чества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность ис-пользования наглядных пособий и техни-ческих средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>5 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии</p> <p>3 балла - студент умеет применять полу-ченную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на боль-шинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического заня-тия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оцени-вается.</p>
----	------------------------	-------	---	---

4.	Биоэнергетика и биологические процессы переработки минерального сырья	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивиду-альный, комбинированный. Основные ка-чества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность ис-пользования наглядных пособий и техни-ческих средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>5 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии</p> <p>3 балла - студент умеет применять полу-ченную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на боль-шинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического заня-тия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оцени-вается.</p>
----	---	-------	---	---

5.	Микроклональное размножение. Клеточная и генетическая инженерия.	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивиду-альный, комбинированный. Основные ка-чества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность ис-пользования наглядных пособий и техни-ческих средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>5 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии</p> <p>3 балла - студент умеет применять полу-ченную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на боль-шинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной биологии.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического заня-тия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оцени-вается.</p>
6.	Перспективы развития биотехнологии	Контрольная работа(к онтрольный срез)	10	<p>На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий.</p> <p>8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.</p> <p>2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов.</p> <p>1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.</p>

7.	Понятие и основы биоэкономики.	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>
8.	ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>

9.	Примеры использования биотехнологий	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>
10.	Штаммы, музеи, патентование.	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>

11.	Аппаратное оформление микробиологических производств.	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>
12.	Биогеотехнологии и защита окружающей среды.	Лабораторная работа	5	<p>«5 баллов» - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и требований к проведению опытов (с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием). Работа выполнена верно, с результатами и выводами наибольшей точности. В представленном отчете логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>«4 балла» - работа выполнена в полном объеме, но с нарушением условий, обеспечивающих точность результата. В ходе работы была допущена не более одной грубой ошибки или 2-3 мелких недочета. В представленном отчете в описании наблюдений допущены неточности, сформулированные выводы неполные.</p> <p>«1-3 балла» - работа выполнена правильно, но не в полном объеме, Выполненный объем дает возможность получить корректные результаты и сформулировать выводы по основной задаче работы. В ходе работы были допущены не более 2 грубых ошибок, которые были исправлены по замечанию преподавателя. В представленном отчете допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>«0 - баллов» - работу выполнена не в полном объеме. Объем выполненной работы не позволяет получить верные результаты и сделать корректные выводы. Ход опыта, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. Было допущено более двух грубых ошибок в ходе лабораторной работы, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не были исправлены даже после замечания преподавателя.</p>

	Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
13.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за качественное выступление на семинарских занятиях.
14.	Ответ на экзамене	25	1-10 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 11-19 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 20-25– студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
15.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	60	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
16.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 6. Перспективы развития биотехнологии

- 1 Микробиологический метод получения аминокислот.
- 2 Микробиологический метод получения антибиотиков.
- 3 Ферментные препараты, особенности получения, применения.
- 4 Продуценты и среды.
- 5 Биотехнология в решение энергетических проблем.
- 6 Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых.
- 7 Биотехнологические методы переработки городских сточных вод.

Тема 12. Биогеотехнологии и защита окружающей среды.

Основы и понятия биоэкономики как науки. Проведение анализа рынка, оценка мировых трендов и позиционирование отечественных возможностей. Предложить пути развития биоэкономики с учетом рисков. Указать возможные пути их решения.

Биоремедиация. Провести сравнительный анализ технологии биоремедиации, применяемой для защиты окружающей среды, с традиционным методом очистки, выполняющим аналогичную задачу. Указать достоинства и недостатки. Предложить решения по устранению недостатков в применении современной биотехнологии.

Сравнить с использованием научной литературы природные и генно-модифицированные штаммы-продуценты одного из витаминов по выбору студента

Лабораторная работа

Тема 7. Понятие и основы биоэкономики.

Лабораторная работа "С-1 платформа.

Тема 8. ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция

Лабораторная работа "ESG и устойчивое развитие".

Тема 9. Примеры использования биотехнологий

Лабораторная работа "Основы трансформации бактерий."

Тема 10. Штаммы, музеи, патентование.

Лабораторная работа ""Lux-биосенсоры: создание и направления использования".

Тема 11. Аппаратное оформление микробиологических производств.

Лабораторная работа "Общая стратегия конструирования штаммов-продуцентов ферментов".

Тема 12. Биогеотехнологии и защита окружающей среды.

Лабораторная работа "Биогеотехнологии и защита окружающей среды".

Опрос

Тема 1. Введение в предмет

- 1 Основные цели и задачи биотехнологии.
- 2 История развития науки.
- 3 Что такое биотехнологический процесс.
- 4 Какие выделяют принципы биотехнологии.
- 5 Преимущества биотехнология перед другими видами технологий.
- 6 Первоочередные задачи современной биотехнологии.

Тема 2. Промышленная биотехнология

1. Техническая вооруженность биотехнологических процессов.
2. Принципы технического оснащения биопроизводств.
3. Химическая коррозия.
4. Физическая (электрохимическая) коррозия.
5. Биологическая коррозия.
6. Интенсивность работы оборудования.
7. Некоторые особенности культивирования биообъектов.

8. Обезвреживание отходов биотехнологических производств.

Тема 3. Инженерная энзимология

1. Классификация ферментов.
2. Глубинный метод производства ферментов.
3. Производство ферментов при поверхностном культивировании продуцентов.
4. Иммобилизация ферментов. Общая характеристика иммобилизованных ферментов.
5. Классификация носителей для ферментов.
6. Методы иммобилизации ферментов.
7. Применение иммобилизованных ферментов.

Тема 4. Биоэнергетика и биологические процессы переработки минерального сырья

1. Биометаногенез.
2. Этапы биометаногенеза.
3. Использование отходов пищевой промышленности для получения биогаза.
4. Использование отходов сельского хозяйства для получения биогаза.
5. Получение биогаза в России.
6. Получение биогаза в Индии и Китае.
7. Получение дешевого биосинтетического этанола.
8. Спирт - альтернативный источник энергии.
9. Биогеотехнология выщелачивания металлов.
10. Биогеотехнология обессеривания углей.
11. Биогеотехнология и борьба с метаном в угольных шахтах.
12. Биогеотехнология и повышение нефтеотдачи пластов.

Тема 5. Микроклональное размножение. Клеточная и генетическая инженерия.

1. Культивирование соматических клеток: характеристика, введение в культуру, пассирование.
2. Применение изолированных протопластов.
3. Способы получения и культивирования протопластов.
4. Способы слияния протопластов.
5. Виды соматических гибридов.
6. Возможности генной инженерии.
7. Генная инженерия как наука, методы.
8. Методы генной инженерии.
9. История генной инженерии.
10. Основные ферменты: рестриктазы, лигазы, полимеразы.
11. Механизм действия рестриктаз, системы метилирования ДНК.
12. Построение карт рестрикции.
13. Конструирование рекомбинантных ДНК.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-4)

- 1 Предмет биотехнология.
- 2 Основные направления исследований, связь с другими науками.
- 3 Методы исследований. Объекты биотехнологии.
- 4 Принципы подбора биотехнологических объектов: модельные и базовые микроорганизмы, штаммы микроорганизмов, используемые в биотехнологии.
- 5 Принципиальные подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов.

Вопросы по теме «Биоэкономика и использование биотехнологий»

1. Определение, задачи и цели биоэкономики.
2. Отрасли биоэкономики. Их содержание и развитие.
3. Практическое применение и влияние биоэкономики на производственные процессы.
4. Потенциала развития биоэкономики в мире - тренды и возможности.
5. Отечественные возможности развития биоэкономики (с позиции научно-технического, технологического уровня, с оценкой перспектив отечественных производственных возможностей).
6. Роль и место биотехнологий в биоэкономике.
7. Двойное применение биотехнологий.
8. Биологическая безопасность. Контроль, негативные сценарии, способы предотвращения.
9. Условия применения биотехнологий в различных отраслях и перспективы их развития.
10. Значение биопрепаратов в добыче углеводородного сырья и потенциале его переработки.
11. Роль биотехнологий в производстве фармацевтической продукции и в области здравоохранения.
12. Основные принципы и компоненты биотехнологических процессов получения фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

Вопросы по теме «ESG и устойчивое развитие. Органическая продукция»

1. Определение устойчивого развития и органической продукции. Содержание аббревиатуры ESG.
2. Цели и задачи устойчивого развития. Базовые принципы, критерии и параметры.
3. Влияние ESG на рынок - оценка рисков, интеграция, возможности.
4. Индикаторы устойчивого развития. Формирование и роль рейтинга.
5. Инструменты и методы для достижения устойчивого развития в отраслях экономики.
6. Влияние биотехнологий на актуальные проблемы экологии.
7. Процесс совершенствования химических процессов и адаптация производств в соответствии с сокращением негативного влияния на окружающую среду.
8. Экономические, правовые и экологические аспекты биотехнологического производства фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов.

Вопросы по теме «Штаммы, музеи, патентование»

1. Определение штаммов, их группы и характерные особенности.
2. Требования к выбору штамма.
3. Этапы работы с штаммами. Суть и результат.
4. Поддерживающая селекция на предприятии.
5. Музеи штаммов на промышленных предприятиях - цели и задачи.
6. Патентование штаммов - суть и цели процедуры.
7. Задачи депонирования в уполномоченных коллекциях.
8. Формы депонирования и их особенности.
9. Особенности штаммов-продуцентов, используемых для получения лекарственных препаратов.

Вопросы по теме «Аппаратное оформление микробиологических производств»

1. Цепочка технологического процесса.
2. Необходимое оборудование для производства биопрепаратов.
3. Методы выделения и очистки продуктов биотехнологий.
4. Понятие лабораторный регламент. Характерные особенности.
5. Понятие промышленного регламента. Характерные особенности.
6. Трудности масштабирования технологии в условиях крупнотоннажного производства.
7. Требования производственной практики в биотехнологическом фармацевтическом производстве.

8. Принципы систем GLP, GCP и GMP.

Вопросы по теме «Биогидрометаллургия»

1. Определение биогеотехнологии и биогидрометаллургии.
2. Биогидрометаллургия и ее преимущества для переработки конкретных типов минерального сырья.
4. Основные процессы, лежащие в основе биогеотехнологического получения металлов.
5. Основные таксономические и физиологические группы микроорганизмов, используемые в биогеотехнологических процессах.
6. Взаимодействия микроорганизмов с сульфидными минералами.
7. Биотехнологии получения металлов из руд и основные технологические процессы (кучное, реакторное биоокисление).
8. Практическое применение биотехнологии для получения металлов.
9. Перспективные технологии получения металлов из руд.
10. Технологии очистки сточных вод от сульфатов, ионов металлов, цианида и тиоцианата.

Вопросы по теме «Микробиологические методы повышения нефтеотдачи»

1. Определение нефтяной микробиологии, и ее основных задач.
2. Какое место занимают микробиологические методы повышения нефтеотдачи в общем процессе разработки нефтяного месторождения.
3. Специфические физико-химические факторы, характерные для нефтяных месторождений.
4. Основные функциональные группы микроорганизмов нефтяных пластов.
5. Классическая схема трофической цепи заводняемого нефтяного пласта.
6. Диссимиляционная сульфатредукция, осуществляемая на месторождениях нефти анаэробными гетеро- и автотрофными микроорганизмами.
7. Типы метаногенеза в нефтяных пластах.
8. Нефтевытесняющие метаболиты, их классификация и принцип действия в нефтяном пласте.
9. Классификация и принцип выбора биотехнологий повышения нефтеотдачи пластов.
10. Способ подавления жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий и снижение сероводорода в пластовых флюидах.

Вопросы по теме «Технологии очистки сточных вод»

1. Масштаб и роль очистки сточных вод в качестве жизни человека, экологии.
2. Суть технологий очистки сточных вод.
3. От чего чистят сточные воды – основные загрязнители.
4. Основные процессы, лежащие в основе технологий очистки сточных вод (физические, химические, биологические).
5. Основные физиологические группы микроорганизмов, используемые в технологиях очистки стоков.
6. Что такое активный ил. Типы по прикреплению, структуре.
7. Биохимические основы удаления С.
8. Биохимические основы удаления N.
9. Биохимические основы удаления Р.
10. Суть технологии Анаммокс
11. Базовая схема очистного сооружения.
12. Понятие биореактора – аэротенка.
13. Основные зоны реакторов по удалению С, N, Р.
14. Что такое рецикл?
15. Понятие и назначение метанового сбраживания.
16. Можно ли очистить воду от ядов?
17. Связь очистки сточных вод и воздуха, использование биофильтров.

Вопросы по теме «Биоремедиация почв и водоемов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами, гербицидами, пестицидами и др. высокотоксичными соединениями антропогенной природы»

1. Что такое биоремедиация? Ее положительные стороны.
2. Углевородоксиляющие микроорганизмы – особенности метаболизма.
3. Факторы, влияющие на скорость самоочищения почвы и эффективность применения биопрепаратов в почве и водной среде.
4. Параметры, по которым различаются биопрепараты для биоремедиации почв и водоемов.
5. Источники загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод радионуклидами и тяжелыми металлами.
6. Способы захоронения жидких радиоактивных отходов.
7. Какие физиологические группы микроорганизмов являются перспективными агентами для создания биогеохимического барьера на пути движения подземных вод, загрязненных компонентами жидких РАО?
8. Влияние микроорганизмов на снижение миграции макрокомпонентов жидких РАО с током подземных вод.
9. Две стороны одной медали: защищать или разрушать пластик?
10. Понятие тяжелые металлы, токсическое действие на микроорганизмы
11. Биохимические основы удаления катионов металлов из растворов
12. Биохимические основы удаления анионов металлов из растворов

Вопросы по теме «Основы компостирования, лабораторные и промышленные установки»

1. Что такое компостирование?
2. Какой продукт получают при компостировании, дайте его характеристику.
3. Какие температурные режимы?
4. Какие оптимальные условия компостирования?
5. Приведите пример процесса и микроорганизмов при экстремально высоких температурах.
6. Основные группы микроорганизмов-деструкторов биоразлагаемого бытового мусора.
7. Приведите пример, как изменялось микробное сообщество при со-компостировании пищевых и агроотходов?
8. Приведите пример лабораторной установки компостирования, ее назначение.
9. Виды, объем агроотходов и практический пример реализации технологии.
10. Виды, объемы муниципальных отходов и практические примеры реализации технологии.

Вопросы по теме «Метантенки, анаэробное сбраживание, лабораторные и промышленные установки»

1. История использования биогаза как альтернативного источника энергии.
2. Понятие процесса анаэробного сбраживания для получения биогаза и других ценных продуктов метаболизма.
3. Основные субстраты для анаэробного сбраживания.
4. Этапы анаэробного сбраживания, основные физиологические группы микроорганизмов.
5. Основные лимитирующие факторы процесса анаэробного сбраживания.
6. Наиболее значимые технологические параметры, влияющие на процесс анаэробного сбраживания.
7. Классификация технологий анаэробного сбраживания.
8. Основные конструкции анаэробных реакторов.
9. Ограничения анаэробного сбраживания.

10. Возможные пути преодоления существующих ограничений анаэробного сбраживания.
11. Новые тренды в анаэробном сбраживании.

Типовые задания для экзамена (ПК-4)

ESG. Выберите компанию, которая реализует процессы, связанные с использованием промышленных биотехнологий. Сделайте общую оценку его эффективности по ESG-факторам. Уделите особое внимание следующим характеристикам: влияние на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу), обращение с отходами, риски, безопасность применения технологии. Выявите проблемные области. Предложите стратегию дальнейшего развития, с условием решения выявленных проблем. Оцените потенциал дальнейшего применения анализируемой технологии.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-4	Имеет высокий уровень знаний об основах биотехнологии. Определяет биологическую безопасность продукции биотехнологических производств. Выделяет и прослеживает междисциплинарные связи.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-4	Имеет достаточный уровень знаний об основах биотехнологии. Выделяет и прослеживает междисциплинарные связи.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-4	Имеет базовый уровень знаний об основах биотехнологии.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-4	Не имеет знаний о биотехнологических процессах. Материал излагается без применения научной терминологии.

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;

- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Максимов, Г. В., Василенко, В. Н., Клименко, А. И., Максимов, А. Г., Ленкова, Н. В. Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии . - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 471 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/73635.html>
2. Чечина О. Н. Общая биотехнология : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 266 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/474715>

6.2 Дополнительная литература:

1. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаборатория знаний, [201. - 768 с. : ил., цв. ил., табл.
2. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису : монография. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 922 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085066.html>

6.3 Иные источники:

1. Биомолекула - <https://biomolecula.ru/>
2. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
3. Молбио.py - <http://molbiol.ru/>
4. PubMed - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Операционная система Microsoft Windows 10

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
5. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» . – URL: <https://rusneb.ru>
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
9. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
10. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
11. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
12. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
13. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
14. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
15. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
16. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.