

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра микробиологии и иммунологии

Авторы-составители: **Максимов Александр Юрьевич
Демаков Виталий Алексеевич
Максимова Юлия Геннадьевна**

Рабочая программа дисциплины
ВВЕДЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИЮ
Код УМК 93455

Утверждено
Протокол №5
от «15» мая 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Введение в биотехнологию

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология
направленность Экспериментальная биология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Введение в биотехнологию** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.03.01 Биология (направленность : Экспериментальная биология)

ОПК.6 Способен осваивать новые технологии и применять их для проведения естественнонаучных исследований

Индикаторы

ОПК.6.1 Анализирует и осваивает новые технологии в области биологических наук

ПК.1 Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности

Индикаторы

ПК.1.5 использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение в биотехнологию

Введение. Основные объекты биотехнологии. Основные уровни регуляции метаболизма, регуляция работы ферментов и транспорта веществ.

Регуляция метаболизма на уровне транскрипции и трансляции, влияние топологии ДНК на синтез белков.

Методы создания продуцентов *in vivo*. Методы конструирования продуцентов *in vitro*.

Методы клеточной инженерии.

Кинетика роста микроорганизмов. Процессы культивирования и ферментации. Подготовка аппаратов, сырья и материалов для культивирования биообъектов.

Методы отделения и разрушения биомассы. Методы разделения веществ и концентрирования целевого продукта.

Производство ферментов и их применение в биотехнологии. Биотрансформация и биокатализ.

Иммобилизация клеток и ферментов.

Производство первичных и вторичных метаболитов.

Биотехнология в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. Медицинская биотехнология.

Биотехнология в производстве материалов и энергии. Экологическая биотехнология.

ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Предмет биотехнологии

Биотехнология – определение, цели и задачи, основные разделы, связь с другими дисциплинами.

Объекты и методы, используемые в биотехнологии.

Значение биотехнологии в современной науке, промышленности, сельском хозяйстве, медицине, природоохранной деятельности.

Исторические предпосылки формирования биотехнологии. Традиционное использование в хозяйственной деятельности человека микробиологических процессов: для приготовления вина, уксуса, кисломолочных продуктов, в процессе хлебопечения. Сохранение продуктов питания от микробиологического воздействия на них. Изучение процессов брожения. Развитие микробиологии и биохимии.

Открытие пенициллина. Создание микробиологических производств. Производство белка.

Производство аминокислот и сиропов. Использование в биотехнологии культуры клеток растений и животных. Генноинженерная революция. Получение и использование трансгенных организмов. Терапия гена.

Объекты биотехнологии

Прокариоты: характерные черты строения, организации генома, экспрессии генов; регуляции биохимических процессов; основные отличия от эукариот. Археобактерии, грамотрицательные и грамположительные бактерии, актиномицеты, цианобактерии. Бактерии-продуценты ферментов и метаболитов.

Грибы: характерные черты строения, развития и метаболизма, мицелий. Дрожжи, несовершенные грибы; базидиомицеты. Грибы-продуценты антибиотиков и др. метаболитов, фитопатогенные грибы.

Высшие растения: характерные черты строения, развития и метаболизма, питание растений, тотипотентность растительных клеток, стимуляторы роста растений (ИУК, НУК, 6-БАП).

Позвоночные животные и человек: организация организма и клетки. Клетки крови. Интерферон.

Культивирование клеток животных.

Вирусы и бактериофаги – автономные генетические элементы.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Основные уровни регуляции метаболизма, регуляция работы ферментов и транспорта веществ

Принцип обратной связи. Основные уровни регуляции метаболических процессов. Влияние на метаболизм общего энергетического состояния клетки, процессов репликации. Структура нуклеиновых кислот и передача генетической информации.

Процессы ингибирования и активации ферментов. Аллостерические ферменты и их регуляция. Ретроингибирование. Регуляция активности ферментов путем обратимой ковалентной модификации (фосфорилирование, алкилирование).

Регуляция активности ферментов на уровне их синтеза. Регуляция активности ферментов на уровне готовых посредников. Взаимодействие ферментов с субстратом и продуктом. Регуляция активности ферментов путем пространственного разобщения и взаимодействия с мембранами.

Виды транспорта веществ через мембрану. Энергетика транспортных процессов. Влияние процессов транспорта на продуктивность клеток.

Регуляция метаболизма на уровне транскрипции и трансляции, влияние топологии ДНК на синтез белков

Конститутивные и индуцибельные ферменты. Механизмы регуляции транскрипции. Индукция и репрессия в регуляции синтеза ферментов. РНК – полимезазы прокариот и эукариот. Строение РНК-полимеразы *E. coli* и ее функционирование. Нуклеотидные последовательности промоторов прокариот. Регуляция активности промоторов прокариот. Катаболическая репрессия. Регуляция транскрипции в терминаторах прокариот. Атенуаторы. Эхансеры транскрипции эукариотических генов. Посттрансляционные изменения. Сплайсинг Подавление транскрипции. Факторы транскрипции. Каталитическая способность молекул РНК. Ошибки транскрипции.

Сайты связывания рибосом. Частота встречаемости кодонов. Регуляция на этапе биосинтеза и сборки компонентов аппарата трансляции. Регуляция процесса функционирования аппарата трансляции. Регуляция круговорота белков путем посттрансляционной модификации и избирательного протеолиза. Топологические состояния ДНК. Уровни организации и компактизации хромосом прокариот и эукариот. Топоизомеразы I и II типов. ДНК-гираза и топоизомераза IV. Гистоны и нуклеосомы.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Методы создания продуцентов *in vivo*

Требования к исходным культурам и промышленным штаммам.

Мутагенез и рекомбиногенез. Мутагенез *in vivo*. Мутагены (химические, физические и биологические).

УФ-лучи и ионизирующее излучение. Химический мутагенез. Супермутагены. Алкилирующие соединения. Интеркаляторы,

Селекция микроорганизмов – продуцентов целевых веществ. Основные этапы в селекционной работе.

Методы селекции. Прямой и непрямой отбор. Селективные субстраты, аналоги, ингибиторы,

индикаторы и хромогены, тест-культуры. Провокационные методы. Отбор мутантов среди

микроорганизмов с измененными морфологическими свойствами. Ауксотрофные мутации. Отбор

мутантов, резистентных к структурным аналогам. Отбор мутантов, резистентных к антибиотикам.

Плазмиды: функции, структура, репликация, стабильности. Конъюгация. Трансформация.

Компетентность. Условия и механизм трансформации. Транспозоны, структура, перенос генов.

Транспозонный мутагенез. Бактериофаги и вирусы. Трансдукция. Трансфекция. Способы переноса генетического материала в клетку. Протопласты и сферопласты: понятие, получение, культивирование.

Слияние и трансформация протопластов. Вещества, инициирующие процесс слияния протопластов.

Электропорация. Микроинъекция. Механическое введение ДНК в клетку.

Методы конструирования продуцентов *in vitro*

Генно-инженерные методы и использование их в биотехнологии. Создание рекомбинантных ДНК. Оборудование и посуда для работы с ДНК и белками. Электрофорез ДНК и белков. Рестриктазы, их классификация, свойства и принцип функционирования. Сшивание фрагментов ДНК. Отжиг. ДНК-лигазы. ДНК-полимеразы. Обратная транскриптаза. Нематричные полимеразы. Экзо- и эндонуклеазы. Фосфатаза и полинуклеотидиназа. Другие ферменты в генной инженерии. Рестриктазно-лигазный метод. Линкеры и адапторы. Коннекторный метод. Синтез и клонирование кДНК.

Понятие вектора. Свойства и элементы, которыми должен обладать вектор. Плазмиды, фаги, фазмиды, космиды. Получение векторных молекул. Структура типичных векторов. Полилинкер. Сигнальные последовательности. Идентификация вставки с помощью гибридизации *in situ*. Иммуоферментные, иммуофлуоресцентные и радиоиммунологические методы идентификации белков. Саузерн-, Нозерн- и Вестерн-блоттинг. Дот-блоттинг. Методы расшифровки последовательности нуклеотидов РНК и ДНК. Секвенирование по Максаму и Гилберту, по Сэнгеру.

Мутагенез *in vitro*. Сайт-специфический мутагенез. Олигонуклеотид-направленный мутагенез. Способы получения мутаций разных типов. Химический и ферментативный гидролиз молекул ДНК. Создание и скрининг библиотек генов. Метагеномный анализ.

Метод амплификации ДНК *in vitro*. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). принцип, термостабильные полимеразы, праймеры, структура цикла, температурный режим, количество циклов. Термоциклеры. Модификации и приложения метода амплификации: горячий старт, Touchdown-ПЦР; Long Distance-ПЦР; Real-time ПЦР; RT-ПЦР, ПЦР-клонирование. ПЦР-рекомбинация. ПЦР-мутагенез. EP-ПЦР. Геномный шафлинг.

Метод бесклеточного молекулярного клонирования. Химико-ферментативные методы синтеза двухцепочечных фрагментов ДНК.

Методы клеточной инженерии

Термины клеточной инженерии. Культивирование растительных тканей и клеток. Каллус. Экспланты. Типы культур клеток растений. Дифференцировка и тотипатентность. Регенерация растений. Стимуляторы роста растений (ИУК, НУК, 6-БАП). Цитокинины. Методы культивирования одиночных клеток. Протопласты растений: получение, культивирование, слияние, трансформация, регенерация, перенос клеток и органелл в протопласты.

Создание искусственных ассоциаций клеток высших растений и микроорганизмов.

Клонирование в растительных клетках. Трансформация растений *Agrobacterium tumefaciens*. Ti-плазмиды и вектора на их основе. Получение трансгенных растений. Получение трансгенных растений устойчивых: к стрессовым воздействиям; воздействию насекомых, к вирусной, грибной и бактериальной инфекции, к гербицидам.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ И КЛЕТОК

Кинетика роста микроорганизмов

Кривая роста микроорганизмов в простых периодических условиях, экспоненциальная модель роста микроорганизмов, понятие удельной скорости роста.

Кинетические модели роста микроорганизмов, влияние концентрации субстрата, продуктов. Влияние концентрации субстрата на рост клеток, понятие лимитирующей концентрации субстрата, уравнение Моно. Ингибирующее действие субстрата, продуктов. Оптимизация производительности периодического реактора.

Обработка экспериментальных данных по периодическому культивированию по уравнению Моно. Способы периодического и непрерывного культивирования. Хемостатное культивирование, основные

понятия. Энергия поддержания. Процессы автоселекции в хемостате. Каскад хемостатов. Тубулярная культура. Турбидостатное культивирование.

Процессы культивирования и ферментации

Обобщенная схема процессов в биотехнологии. Принципы классификации биотехнологических процессов. Специальные биотехнологические приемы. Режимы культивирования: периодический, полунепрерывный и непрерывный. Метод проточного культивирования. Системы хемостата и турбидостата. Принципы классификации биореакторов. Аппараты для культивирования микроорганизмов. Строение ферментера. Классификация ферментеров. Масштабирование биотехнологических процессов.

Подготовка аппаратов, сырья и материалов для культивирования биообъектов

Методы стерилизации. Стерилизация питательных сред (жидких, сыпучих и газообразных). Тепловая стерилизация. Периодическая и непрерывная стерилизация. Автоклавирование. Стерилизация и очистка воздуха. Фильтрующие материалы и их характеристика и применение в биотехнологическом производстве. Мембранные фильтры. Принципиальная схема подготовки воздуха для аэрации биотехнологического производства. Тепловые процессы в ферментерах. Теплообмен и теплообменники. Системы пеногашения (физические и химические).

ОТДЕЛЕНИЕ И ОЧИСТКА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА

Методы отделения и разрушения биомассы

Методы выделения клеток из культуральной жидкости: флотация, фильтрация (типы фильтрационного оборудования), микрофильтрация; центробежное разделение (центрифуги и центробежные сепараторы), седиментация. Методы разрушения клеток (дезинтеграция). Физические методы разрушения: ультразвук, использование вибраторов, прессы Френча, гомогенизаторы, мельницы, замораживание-оттаивание. Химико-ферментативные методы.

Методы разделения веществ и концентрирования целевого продукта

Осаждение: физические и химические методы воздействия. Экстракция. Виды экстракции.

Твердо-жидкофазная и жидко-жидкофазная, жидко-газофазная и твердо-газофазная. Адсорбция.

Методы разделения веществ. Хроматография. Газо-жидкостная, жидкостная, колоночная, ионная, ТСХ, бумажная хроматография и хроматография на полимерных пленках. Гель-фильтрация. Аффинная хроматография. Иммуноаффинная хроматография. Аффинная хроматография и аффинное разделение. Электрофорез. Изоэлектрическая фокусировка. Двумерный электрофорез. Пульс-электрофорез. Иммуноэлектрофорез.

Способы концентрирования целевого продукта. Выпаривание, вымораживание, кристаллизация, обратный осмос и ультрафильтрация. Модификация продукта. Стабилизация целевого продукта.

ФЕРМЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, БИОКАТАЛИЗ И БИОТРАНСФОРМАЦИЯ

Производство ферментов и их применение в биотехнологии.

Классификация ферментов. Основные сферы применения ферментов: пищевая промышленность, производство СМС, конверсия растительного сырья, медицина, органический синтез, аналитические методы. Промышленно выпускаемые ферменты. Источники ферментов. Использование микроорганизмов в качестве источников производства ферментов. Технология культивирования продуцентов ферментов. Принципиальная технологическая схема глубинного культивирования продуцентов ферментов. Неочищенные ферментные препараты. Технология выделения и очистки ферментных препаратов. Методы очистки ферментов: высаливание; осаждение органическими растворителями, таннином, ПЭГ или солями металлов; осаждение в изоэлектрической точке; центрифугирование, ультрацентрифугирование; колоночная хроматография: гель-фильтрация, избирательная адсорбция, ионообменная хроматография, аффинная хроматография; ВЭЖХ,

электрофорез; мембранная фильтрация, микро- и ультрафильтрация; диализ.

Ферментные электроды. Методы иммуноферментного анализа.

Гидролитические ферменты. Применение оксидоредуктаз. Изомеразы в биотехнологии. Реакции метилирования, галогенирования.

Синтез и гидролиз эфиров. Синтез амидов и пептидов. Модификация антибиотиков. Гидролиз амидов. Получение L-лизина. Химико-ферментативный синтез ДНК.

Биотрансформация и биокатализ

Свойства ферментов и их стабильность. Применимость отдельных классов в биокаталитических процессах. Активность ферментов, единицы измерения. Стабилизация ферментов. Селекция продуцентов ферментов. Применение: конверсия глюкозы и лактозы, осахаривание полисахаридов, гидролиз нитрилов, биокаталитический синтез антибиотиков и других лекарственных средств. Обращенные реакции. Биокатализ в органической фазе. Синтез эфиров и пептидов.

Иммобилизация клеток и ферментов

Понятие иммобилизации, преимущества иммобилизованных клеток и ферментов. Методы иммобилизации: адсорбция, ковалентное связывание, пространственная фиксация. Носители для иммобилизации. Иммобилизация методом адсорбции и с помощью ионного взаимодействия. Адсорбция на аффинных носителях. Ковалентное присоединение к носителю. Иммобилизация биокатализаторов металлохелатным методом. Поперечное сшивание ферментов. Иммобилизация клеток и ферментов включением в гели. Применение полиакриламидного, альгинатного, каррагинатного, агарозного, агарового и других гелей. Иммобилизация ферментов путем микрокапсулирования. Иммобилизация ферментов с использованием мембран. Микрокапсулирование. Двойное эмульгирование. Включение в волокна. Включение в липосомы. Иммобилизация ферментов с использованием систем двухфазного типа. Влияние иммобилизации на состояние ферментов и клеток. Причины, вызывающие инактивацию ферментов. Стабилизация работы иммобилизованных ферментов.

Применение иммобилизованных клеток и ферментов в биотехнологии. Биотрансформация иммобилизованными клетками: типы реакторов, типовая схема процесса, Кинетические параметры ферментативных реакций.

Биосенсоры, устройство и принцип действия. Изготовление ферментативных электродов.

Использование биосенсоров на практике.

БИОТЕХНОЛОГИЯ МЕТАБОЛИТОВ

Производство первичных и вторичных метаболитов

Спиртовое и молочнокислое брожение. Неполное окисление, биосинтез уксусной кислоты, кислот и кетонов. Направленный биосинтез трикарбоновых кислот.

Направленный синтез аминокислот: синтез глутамата и глутамина, ассимиляция аммиака, аминокислоты аспарагинового ряда, биосинтез лизина на углеводном и уксусно-кислом субстратах, общий метаболизм в клетках. Направленный биосинтез ароматических аминокислот на примере триптофана. Направленный синтез витаминов.

Биосинтез полисахаридов. Направленный синтез липидов.

Биосинтез антибиотиков. Роль антибиотиков в метаболизме клеток, направленный биосинтез пенициллинов, полусинтетические антибиотики на основе 6-АПК. Полипептидные антибиотики, отличие синтеза от синтеза белков.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Биотехнология в пищевой промышленности и сельском хозяйстве

Ферментация продуктов питания. Производство кисломолочных продуктов. Бродильные производства. Виноделие и пивоварение. Хлебопечение. Производство белковых продуктов. Пищевые добавки.

Производство кормового белка и биодобавок. Производство кормов. Выведение новых высокопродуктивных сортов растений. Азотфиксация. Создание азотфиксирующих растений. Получение трансгенных растений и животных. Переработка отходов сельского хозяйства.

Медицинская биотехнология

Биокатализ и биосинтез в производстве новых фармацевтических средств. Производство бактериальных препаратов. Пробиотики. Производство бактериофагов. Вакцины и сыворотки. Генная терапия. Перспективы медицинской биотехнологии. Производство диагностических средств. Иммунопрепараты. Санитарная и профилактическая биотехнология.

Биотехнология в производстве материалов и энергии

Производство растворителей. Получение мономеров для полимерной химии. Биотехнология в химической и нефтехимической промышленности. Внедрение биотехнологических методов в нефтехимическом производстве. Производство мономеров для полимерной химии. Производство биополимеров. Бактериальное выщелачивание. Биоповреждения: определение, методы борьбы с биоповреждениями.

Фотосинтез. Переработка топлива. Производство биогаза. Биотопливо.

Экологическая биотехнология

Очистка воздуха и утилизация газовых выбросов промышленных предприятий и транспорта. Типы реакторов используемых в очистке воздушных потоков.

Процессы самоочищения в водных и почвенных экосистемах. Интенсивная очистка загрязненных водных экосистем. Очистка сточных вод. Аэротенки. Биофильтры. Анаэробные биореакторы. Восстановление почвенных экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биология" и смежным направлениям/А. И. Нетрусов.-Москва:Издательский центр Академия,2014, ISBN 978-5-4468-0345-3.-288.-Библиогр.: с. 277
2. Максимова Ю. Г.,Максимов А. Ю. Биоресурсы и биотехнологии. Основы биотехнологии:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3298-5.-104.-Библиогр.: с. 101-103

Дополнительная:

1. Максимова Ю. Г.,Максимов А. Ю. Имобилизованные клетки и ферменты в биотехнологии:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биотехнология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов.-Пермь:ПГНИУ,2018.-88.-Библиогр.: с. 80-82 <https://elis.psu.ru/node/565827>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Введение в биотехнологию** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) Офисный пакет приложений «Microsoft Office»;
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;
- 5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Введение в биотехнологию**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.6

**Способен осваивать новые технологии и применять их для проведения
естественнонаучных исследований**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.6.1 Анализирует и осваивает новые технологии в области биологических наук</p>	<p>Знать основы ферментных технологий в области биологических наук. Уметь применять имеющиеся знания для анализа научных знаний в сфере биокатализа и биотрансформации. Владеть терминами в области ферментных технологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p align="center">Удовлетворительн Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в области биотехнологии. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биотехнологии, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биотехнологии.</p> <p align="center">Хорошо В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биотехнологии, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биотехнологии, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>биотехнологии.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биотехнологии.</p> <p>Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биотехнологии, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.</p>

ПК.1

Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.5 использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать основные сферы применения биотехнологических процессов в области биологической очистки сточных вод, биodeградации экотоксикантов, получения энергии. Уметь применять имеющиеся знания по биотехнологии в практической деятельности. Владеть терминологией в области биологической очистки окружающей среды и получения энергии биотехнологическим способом.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Наличие общих, неструктурированных знаний об основных научных достижениях в области биотехнологии. Частично сформированы умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биотехнологии, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное. Фрагментарное применение методов теоретического анализа научных положений биотехнологии.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биотехнологии, однако содержащие отдельные пробелы. Отсутствие грубых ошибок в понимании материала. В целом успешные, с незначительными недостатками, умения критически анализировать современные положения и новые идеи в</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>биотехнологии, давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач (в том числе в междисциплинарных областях), ставить цели и определять пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. В целом успешное, с отдельными несущественными недостатками, применение методов теоретического анализа научных положений биотехнологии.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Вполне сформированные, системно организованные знания о современных научных достижениях в области биотехнологии.</p> <p>Успешно и систематически применяемые умения критически анализировать современные положения и новые идеи в биотехнологии, способность давать им методологическую и прикладную оценку, выделять главное.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.6.1 Анализирует и осваивает новые технологии в области биологических наук	ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Письменное контрольное мероприятие	Знать фундаментальные принципы регулирования биологических процессов (экспрессию гена и ее регуляцию, регуляцию активности ферментов).
	СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ Письменное контрольное мероприятие	Знать современные методы создания биотехнологических объектов: мутагенез, методы генетической инженерии, геномные технологии, клеточные технологии.
	КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ И КЛЕТОК Письменное контрольное мероприятие	Знать основы культивирования микроорганизмов и клеток, основы промышленной микробиологии. Уметь рассчитать параметры роста микроорганизмов.
ОПК.6.1 Анализирует и осваивает новые технологии в области биологических наук	ФЕРМЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, БИОКАТАЛИЗ И БИОТРАНСФОРМАЦИЯ Защищаемое контрольное мероприятие	Знать основы биокаталитических технологий, закономерности функционирования ферментов, понятие гетерогенного биокатализа, методы иммобилизации ферментов и клеток.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.5 использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности ОПК.6.1 Анализирует и осваивает новые технологии в области биологических наук	СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Итоговое контрольное мероприятие	Знать фундаментальные принципы регулирования биологических процессов, современные методы создания биотехнологических объектов. Знать ферментные технологии, биокатализ, биотрансформацию, биотехнологию метаболитов, основы культивирования и очистки продукта. Знать сферы применения биотехнологических процессов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные, системно организованные знания о фундаментальных принципах регулирования биологических процессов.	15
Неполные знания о фундаментальных принципах регулирования биологических процессов.	11
Отрывочные, не систематизированные знания о фундаментальных принципах регулирования биологических процессов.	7
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины.	0

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные, системно организованные знания о современных методах создания биотехнологических объектов.	15
Неполные знания о современных методах создания биотехнологических объектов.	11
Отрывочные, несистематизированные знания о современных методах создания биотехнологических объектов.	7
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины.	0

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ И КЛЕТОК

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные, системно организованные знания о культивировании микроорганизмов, отделении и очистке целевого продукта.	20
Неполные знания о культивировании микроорганизмов, отделении и очистке целевого продукта.	15
Отрывочные, не систематизированные знания о культивировании микроорганизмов, отделении и очистке целевого продукта.	9
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины.	0

ФЕРМЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, БИОКАТАЛИЗ И БИОТРАНСФОРМАЦИЯ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные, системно организованные знания о биокатализе, биотрансформации и ферментных технологиях.	20
Неполные знания о биокатализе, биотрансформации и ферментных технологиях.	15
Отрывочные, не систематизированные знания о биокатализе, биотрансформации и ферментных технологиях.	9
Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины.	0

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Сформированные, системно организованные знания о фундаментальных принципах регулирования биотехнологических процессов, методах создания биотехнологических объектов, культивировании, очистке и отделении целевого продукта, ферментных технологиях, сферах применения биотехнологических процессов.	30
Неполные знания о фундаментальных принципах регулирования биотехнологических процессов, методах создания биотехнологических объектов, культивировании, очистке и отделении целевого продукта, ферментных технологиях, сферах применения биотехнологических процессов.	22
Отрывочные, не систематизированные знания о фундаментальных принципах регулирования биотехнологических процессов, методах создания биотехнологических объектов, культивировании, очистке и отделении целевого продукта, ферментных технологиях, сферах применения биотехнологических процессов.	14

Отсутствие знаний. Не знает основ дисциплины.	0