Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы биотехнологии»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете

Программу составил:
профессор, д.б.н. /Т.И. Громовых/

Программа «Основы биотехнологии» одобрена и утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех»
« 04 » июля 2022 г., протокол № 12

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н. /Т.И. Громовых/
« 04 » июля 2022 г.

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н. /Е.С. Горшина/
« 04 » июля 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является изучение основных направлений биотехнологии как способов получения полезных продуктов в управляемых биотехнологических процессах с использованием монокультур и ассоциаций микроорганизмов, культур клеток растений, животных и ферментов.

К задачам изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении биотехнологических процессов в будущей профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствие с ФГОС ВО и требованиям к результатам освоения ОПОП):

общепрофессиональных (ОПК):

Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения (ОПК-7);

профессиональные (ПК):

Способен к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований (ПК-4);

Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных (ПК-6).

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Основы биотехнологии» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Основы биотехнологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В основной части базового цикла (Б1.1):

Органическая химия

Общая биология и микробиология

Биохимия КР

Физика

Основы информационных технологий

В вариативной части базового цикла (Б1.2)

Технологии работы с базами данных

Основы технологических процессов КП

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Химия биологически активных веществ
Прикладное автоматизированное проектирование

В части базового цикла «дисциплины по выбору (Б1.3)
Технология получения биотехнологических продуктов
Биофизика
Физические методы в биотехнологическом производстве
Методы сертификации и контроля в биотехнологическом процессе
Контроль биотехнологической продукции

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии Умеет по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии

Отформатированная таблица

ПК-4.	Способен к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований	Знает: актуальную нормативную документацию в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок Умеет применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Владеет: навыками разработки планов и методических программ проведения исследований, сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проведения анализа научных данных, результатов экспериментов, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
ПК-6.	Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных	Знает методы получения продуктов биотехнологии, способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции Владеет

		методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Основы биотехнологии» изучается на втором курсе. Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единицы, т.е. **180** академических часов (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Для изучения студентам на втором курсе в **четвертом** семестре выделяется **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часа (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

4 семестр: лекции – 2 часа в неделю **(**36 часов**),** лабораторные работы – 4 часа в неделю (54 часа), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Основы биотехнологии» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

Аудиторные занятия проводятся в виде лекционных занятий с обучающимися, которые заранее предварительно знакомятся с материалом с использованием рекомендуемой литературой. Лабораторные занятия проводятся в лаборатории биотехнологии. При проведении занятий студенты готовятся с использованием соответствующей методической литературой.

1. *Определение биотехнологии. Основные направления биотехнологии*

Материал темы включает определение термина «биотехнология», возникновение науки и отраслей биотехнологии. Особенности развития биотехнологии в эмпирический, этиологический и биотехнический периоды. Новейший период развития биотехнологии. Основные положения проблемы развития биотехнологии в РФ.

Основные направления биотехнологии. Программа развития биотехнологии в России. Цель и задачи Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации.

2. Основные элементы биотехнологических процессов. Биологические объекты, субстраты, аппараты

Продуценты биотехнологических процессов: прокариоты, эукариоты, ферментные препараты, культуры клеток и тканей растений и животных. Особенности метаболизма микроорганизмов в биотехнологических процессах. Основные характеристики микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах. Характеристика культур клеток растений для биотехнологических процессов. История выделения и получения полезных продуктов с использованием суспензионных культур клеток и тканей растений. Характеристика культур клеток животных, используемых в биотехнологиях.

Субстраты биотехнологии: I, II, III-го поколений. Аппаратура для биотехнологических процессов. Классификация аппаратов для ферментации.

3. Стадии биотехнологических процессов

Главная и вспомогательные стадии. Особенности проведения работ на различных стадиях биотехнологического процесса. Предферментационная стадия. Стадия ферментации как основная стадия. Классификация процессов ферментации. Постферментационная стадия: способы отделения биомасс, очистки целевых продуктов.

4. Методы выделения и культивирования продуцентов в биотехнологических процессах

Краткий исторический очерк поиска и скрининга природных штаммов для биотехнологии. Методы выделения культур и требования к промышленным штаммам. Методы генетической трансформации продуцентов: мутации и рекомбинации.

Закономерности роста продуцентов в замкнутой системе. Кривая роста. Особенности роста в различных стадиях продуцентов прокарит, эукариот, мицелиальных форм, клеточных культур растений и животных. Принципы сокращения лаг-фазы. Непрерывные процессы культивирования продуцентов. Особенности процесса непрерывного культивирования: преимущества и недостатки в сравнении с периодическими процессами. Основные показатели биотехнологических процессов.

5. Контроль и управление биотехнологическими процессами

Основные показатели биотехнологических процессов: удельная скорость роста и удельная продуктивность продуцентов. Экономический коэффициент. Непродуктивные затраты. Методы повышения удельной продуктивности и снижения непродуктивных затрат.

Микробиологический контроль предприятий биотехнологии. Основы биологической безопасности биотехнологических производств: микробиологические, медицинские, экологические. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности биотехнологических производств.

6. *Использование метаболизма микроорганизмов в биотехнологических процессах*

Метаболизм микроорганизмов, процессы катаболизма брожение, дыхание, фотофосфорилирование. Определение брожения, типы брожений, Использование брожений в биотехнологических процессах: спиртовое брожение, молочнокислое брожение, пропионовокислое брожение, маслянокислое брожение.

Использование аэробных и анаэробного дыхания микроорганизмов в биотехнологических процессах. Полное и неполное аэробное дыхание: получение уксусной и лимонной кислот. Карбонатное дыхание, использование для получения биогаза, пути образования метана.

7. *Математическое моделирование и оптимизация биотехнологических процессов*

Основные направления моделирования процессов. Требования, предъявляемые к математическим моделям в биотехнологии. Блочные принцип математического моделирования биотехнологических систем. Модели зависимости удельной скорости роста от концентрации субстрата и продукта. Булевы модели для описания интегрального состояния биотехнологической системы. Кинетические и макрокинетические модели биотехнологических процессов.

Оптимизация и масштабирование биотехнологических процессов: цели оптимизации биотехнологических процессов. Задачи и параметры для оптимизации биотехнологических процессов. Принципы и методы масштабирования биотехнологий. Планирование экспериментов биотехнологических процессов. Задачи математического планирования экспериментов.

8. *Клеточные технологии. Культивирование клеток животных и растений*

Значение культур клеток животных как продуцентов биотехнологии. Краткий исторический очерк культивирования клеток животных. Введение клеток в культуру, их происхождение и свойства. Этапы выделения клеточных культур и линий.

Характеристика растительных объектов, используемых в биотехнологии. История клеточной инженерии растений. Основные принципы

культивирования клеток и тканей высших растений. Изолированные протопласты: условия и цели получения. Получение культивируемых тканей растений: каллусогенез. Суспензионные культуры клеток растений, особенности и свойства.

9. Перспективные методы в развитии биотехнологии. Достижения биотехнологии в различных практических областях

Возможности генетической инженерии в создании продуцентов. Генетические методы создания штаммов-продуцентов для биотехнологии: методы трансформации клеток. Принципы генетической манипуляции клеток. Бактериальная трансформация.

Новейшие методы биотехнологии. Ключевые технологии, используемые в протеомике. Посттрансляционные модификации белков. Метаномика.
Технология нокаута генов. Современные достижения в области использования биотехнологий.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Основы биотехнологии» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсовой работы;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Основы биотехнологии» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение курсовой работы «Технология получения биотехнологического продукта в соответствии с его применением и требованиями к показателям качества» (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Технология получения биотехнологического продукта в соответствии с его применением и требованиями к показателям качества» (индивидуально для каждого обучающегося);
- защита курсовой работы: «Технология получения биотехнологического продукта в соответствии с его применением и требованиями к показателям качества»

Курсовая работа представляет собой работу, посвященную разработке ряда вопросов жизненного цикла, наработки образцов для испытаний, биологических исследований в объеме, предусматривающем реализацию теоретических и практических навыков, обучающихся по направлению.

Примерная тема курсовой работы, выполняемого обучающимися «Оценить метод и выбрать оборудование…» для конкретного типа продукции (технического, пищевого, ветеринарного, медицинского др. назначения).

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита рефератов, курсового проекта.

Образцы тестовых заданий, заданий курсовых проектов, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Методика преподавания дисциплины предусматривает проведение групповых аудиторных и практических занятий.

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся следующими средствами:

- **доклад** и обсуждение на практических занятиях, проводимых в форме коллоквиума;

- самоконтроль;
- тестирование.

Форма итоговой аттестации – экзамен.

Самостоятельная работа студента предполагает проработку и углубление основных разделов теории и практики с использованием дополнительной литературы и Интернет-ресурсов. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать решения, разбирать и изучать новый материал, работать с источниками научной информации.

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ОПК-7	способностью проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы
ПК-4	способностью к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований
ПК-6	способностью к проведению биотехнологических процессов с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных

Отформатированная таблица

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-7	способностью проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы
ПК-4	способностью к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований
ПК-6	способностью к проведению биотехнологических процессов с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных

Отформатированная таблица

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Отформатированная таблица

ОПК-7 способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знает: базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие базовых знаний математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие базовых знаний математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду разделов развития направлений биотехнологии,.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие базовых знаний математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии	Обучающийся демонстрирует полное соответствие базовых знаний математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов, применяемых в биотехнологии
умеет: по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать

владеет: основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении методов экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	Обучающийся частично владеет методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии.	Обучающийся в полном объеме владеет методами методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии
ПК-4 - Способен к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знает: актуальную нормативную документацию в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний актуальной нормативной документации в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний актуальной нормативной документации в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний актуальной нормативной документации в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: актуальной нормативной документации в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок

умеет: применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся демонстрирует неполное умение применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Умеет применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
владеет: способами разработки планов и методических программ проведения исследований, организовывать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проводить анализ научных данных, результатов экспериментов, осуществлять теоретические обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Обучающийся не владеет навыками разработки планов и методических программ проведения исследований, организовывать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проводить анализ научных данных, результатов экспериментов, осуществлять теоретические обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков разработки планов и методических программ проведения исследований, организовывать сбор и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проводить анализ научных данных, результатов экспериментов, осуществлять теоретические обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при разработке планов и методических программ проведении исследований, сборе и изучении научно-технической информации по теме исследований и разработок, проведении анализа научных данных, результатов экспериментов, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Обучающийся в полном объеме владеет приемами работы при разработке планов и методических программ проведения исследований, организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проведении анализа научных данных, результатов экспериментов, осуществлении теоретические обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

ПК-6 Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знает методы получения продуктов биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний методов получения продуктов биотехнологии; способов культивирования микроорганизмов; правил эксплуатации биотехнологического оборудования; методов фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химических и биохимических методов очистки продукта; требований охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний методов получения продуктов биотехнологии; способов культивирования микроорганизмов; правил эксплуатации биотехнологического оборудования; методов фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химических и биохимических методов очистки продукта; требований охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей..	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний методов получения продуктов биотехнологии; способов культивирования микроорганизмов; правил эксплуатации биотехнологического оборудования; методов фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химических и биохимических методов очистки продукта; требований охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методов получения продуктов биотехнологии; способов культивирования микроорганизмов; правил эксплуатации биотехнологического оборудования; методов фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химических и биохимических методов очистки продукта; требований охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ
умеет: производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет производить работы по размножению и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: производить работы по размножению и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений производить работы по размножению и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений. производить работы по размножению и выращиванию посевного

биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции	выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции	выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции	выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции	материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции
владеет: методами культивирования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами	Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в	Обучающийся владеет методами культивирования микроорганизмов-	Обучающийся в полном объеме владеет приемами методами культивирования

микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений	культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений	культивировании микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделении продукта биосинтеза и проведении очистки и концентрирования; получении готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений	продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений. Однако имеются неточности и некоторые затруднения	микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

*Форма промежуточной аттестации: экзамен***.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

*К промежуточной аттестации экзамену допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «*Основы биотехнологии*» прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выступили с докладом и т.д.*

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при *оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые*

Отформатированная таблица

	ситуации.

Форма промежуточной аттестации: курсовая работа.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме выполнения курсовой работы проводится по результатам проверки и защиты курсовой работы. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Отформатированная таблица

Методические рекомендации по написанию, требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа подразумевает самостоятельное выполнение студентом (группой студентов) практических действий по определённой теме,. Цель выполнения и написания отчета по лабораторно работе – привитие студенту навыков документирования действий и представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетам.

В отчете должны быть представлены:

- название и номер лабораторной работы;
- Тема и актуальность (для чего нужен данный метод);
- введение (объясняется принципов метода; ее значимость, актуальность; указываются цель и задачи мини-исследования; могут быть перечислены некоторые источники информации);
- основная часть: отражены действия по достижению поставленных задач, зафиксированы результаты, выполнены необходимые расчеты;
- заключение (краткие выводы);
- список используемой литературы (список оформляется следующим образом: Ф.И.О. автора; название работы; место и год издания).

Шрифт: Time, 14 пт. Межстрочный интервал: 1,5. Абзац: 1.25 (или 1,27). Выравнивание текста: по ширине. Перенос: автоматический.

Критерии оценки:

1) Оценкой «отлично» оценивается работа, в которой соблюдены следующие требования: обоснована актуальность избранной темы; самостоятельно выполнена практическая часть, аккуратно зафиксированы результаты, проведены расчеты и сделаны выводы, соблюдена логическая стройность работы; соблюдены все требования к оформлению и срокам сдачи отчета.

2) Оценкой «хорошо» оценивается лабораторная работа, в которой: в основном самостоятельно выполнена практическая часть; есть недостатки в оформлении и расчетах, выводы сформулированы недостаточно полно; недостаточно используется научная терминология; отчет сдан не вовремя.

3) Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии: минимальное участие в практической части; результаты не зафиксированы; ошибки в расчетах; имеются существенные недостатки в оформлении, отчет сдан не вовремя..

4) Оценка «неудовлетворительно» выставляется тогда, когда: а) работа не выполнена; б) отчет не сдан или составлен не самостоятельно (списан).

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
ОП (профиль): «Биотехнология»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская

Кафедра: Химбиотех

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы биотехнологии

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

_____

_____

_____

Составители:

Громовых Т.И.

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Основы биотехнологии»					
ФГОС ВО **19.03.01 «Биотехнология»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ- КА**				

Отформатированная таблица

ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	**Знает** базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии **Умеет** по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные **Владеет** основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии	Лекции, лабораторные занятия, самостоятель-ная работа, курсовая работа	КР РК ЛР СР РТ	***Базовый уровень*** - знает структуру познавательной деятельности, умеет ставить цели и задачи профессионального самообразования, владеет навыками поиска методов решения практических задач. ***Повышенный уровень*** - умеет формулировать проблемы, возникающие при самостоятельном изучении материала, поиске методов решения задач, способен с решать задачи повышенной сложности, анализировать полученную информацию.
ПК-4	Способен к поиску и анализу научно-технической информации и интерпретации результатов исследований	**Знает** актуальную нормативную документацию в своей области, методы анализа научных данных, планирования и организации исследований и разработок **Умеет** применять актуальную нормативную документацию в своей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	КП РК ЛР СР УО РТ экзамен	**Базовый уровень** - Способен работать с научно-технической информацией, **Повышенный уровень** - способен использовать российский и международный опыт в профессиональной

		опытно-конструкторских работ **Владеет** навыками разработки планов и методических программ проведения исследований, организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, проведения анализа научных данных, результатов экспериментов, осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений			деятельности
ПК-6	Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных	**Знает** методы получения продуктов биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ **Умеет** производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля;	лекция, ЕР, лабораторные занятия, самостоятельная работа	КП РК ЛР СР УО РТ экзамен	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом

		осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции **Владеет** методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений			

Приложение

к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Основы биотехнологии»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных работ
3	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно- практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

Отформатированная таблица

4	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
5	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

3. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к коллоквиумам.

Тема 1.

1. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии в РФ.
2. Состояние и перспективы развития биотехнологии в мире.
3. Развитие генной инженерии в РФ.
4. Основные компоненты биотехнологической системы.
5. Микроорганизмы – специфический элемент биотехнологической системы.
6. Закономерности роста и развития микроорганизмов.
7. Особенности сырья для роста и развития микроорганизмов и требования к нему.

Тема 2.

1. Преимущества и недостатки непрерывных и периодических способа культивирования микроорганизмов.
2. Характеристика основных и вспомогательных процессов производства биологически активных веществ.
3. Характеристика основных и вспомогательных стадий процессов культивирования микроорганизмов.
4. Хемостатный режим культивирования.
5. Турбидостатный режим культивирования.

Тема 3.

1. Установки для поверхностного культивирования микроорганизмов.
2. Аппараты с вводом энергии только газовой фазы: барботажные аппараты, барботажные аппараты с контантными устройствами.
3. Аппараты с подводом энергии только жидкой фазы: ферментаторы с самовсасывающей мешалкой, струйные, эжекционныеферментаторы.
4. По каким параметрам оценивается эффективность различных ферментационных аппаратов.
5. Особенности аппаратов для культивирования клеток растений и животных.
6. Как влияет состав питательных сред на рост и образование продуктов метаболизма микроорганизмами.

Тема 4.

1. Назвать основные методы обеспечения асептических условий.
2. Что такое критерии стерилизации и как он определяется?
3. Как собирается стерилизующая фильтрация воздуха?
4. Термическая стерилизация и показатели эффективности этого процесса.
5. Как выбираются режимы стерилизации оборудования и коммуникации?
6. Что такое комбинированная термомембранная стерилизация?
7. Как выбрать оптимальную величину критерия асептической эффективности?

Тема 5.

1. В чем состоит блочный принцип математического моделирования биотехнологических систем?
2. Как осуществляется математическое описание кинетики роста микроорганизма?
3. Какие модели для описания кинетики биосинтеза продуктов метаболизма Вы знаете?
4. Как учитывается влияние аэрации и перемешивания ни кинетику биотехнологического процесса в математических моделях?
5. Какие математические модели периодических процессов биосинтеза Вы знаете?
6. Какие математические модели непрерывных процессов биосинтеза Вы знаете?

Тема 6.

1. Опишите основные направления моделирования процессов биосинтеза.
2. Назовите основные пути интенсификации ферментационных процессов.
3. Как осуществляется постановка задач оптимизации?
4. Приведите пример метода оптимизации состава питательных сред.
5. Приведите пример математической модели, решающей задачу оптимального управления биосинтезом биологически активного вещества.
6. В чем состоит задача оптимизации непрерывных процессов?
7. Как решается задача оптимизации хемостата без ограничений.

Темы рефератов

1. Биотехнология как отдельная отрасль науки и производства.
2. История развития биотехнологии.
3. Основные направления развития биотехнологии в мире.
4. Основные направления развития биотехнологии в РФ.
5. Новейший период развития биотехнологии. Генная инженерия в биотехнологии.
6. Получение генноинженерных штаммов-продуцентов медицинских препаратов интерферонов.
7. Проблемы использования генно-инженерных штаммов в биотехнологических процессах.
8. Обобщенная схема получения микробиологическим синтезом аминокислот.
9. Обобщенная схема получения бета-лактамных антибиотиков.
10. Обобщенная схема получения микробных биомасс дрожжей.
11. Обобщенная схема получения биомассы биопестицидов.
12.
13. Клеточная инженерия растений: методы получения клеток и цели культивирования.
14. Обобщенная схема получения биомассы фототрофов.
15. Непрерывные процессы культивирования продуцентов.

16. Хемостатный и турбидостатный режимы культивирования.
17. Характеристика асептических методов для культивирования микроорганизмов.
18. Закономерности роста и развития микроорганизмов в аппаратах периодического культивирования.
19. Цели и задачи культивирования клеток и тканей растений и животных.
20. Цели и задачи культивирования клеток и тканей животных.

Примеры тестовых заданий

Вопрос 1. **УКАЖИТЕ, КАКИЕ ФАКТОЫ ИСПОЛЬЗУЮТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ БИОТЕХНОЛОГИИ**
а) концентрацию микроорганизмов в окружающей среде;
б) концентрацию субстрата,
в) концентрацию биомассы и продукта в культуре,
г) pH,
д) температуру,
е) парциальное давление кислорода.
Правильный ответ: б,в,г,д,е.

Вопрос 2. **УКАЖИТЕ СУЩЕСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**
1) лабораторные;
2) экспериментальные;
3) математические;
4) природные
5) пилотные.
Правильные ответы: 2, 3.
Вопрос 3. **ПОЯСНИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ «БИОТЕХНОЛОГИЯ – ЭТО НАУКА О СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ** …»
1) химического синтеза
2) биокаталитического потенциала целостных животных
3) геохимических процессов вулканов
4) использования биокаталитического потенциала микробных, растительных и животных клеток или их компонентов
5) биокаталитического потенциала целостных растений
Правильные ответы: 3, 4

Вопрос 5. **ВЫДЕЛИТЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ОТНОСЯЩЕЕСЯ К БИОТЕХНОЛОГИИ**
1) Получение полимеров из природных газов
2) Получение моноклональных антител из гибридом

3) Получение лекарственных препаратов из растений
4) Получение полипропилена
5) Получение полимеров гликолевой кислоты
Правильный ответ: 2

Вопрос 6. **УКАЖИТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНХРОННОГО РОСТА ПОПУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

1) Согласованное увеличение всех химических компонентов и биомассы клеток популяции
2) Поступление питательных веществ в клетки
3) Выведение метаболитов из клеток
4) Биосинтез первичных метаболитов популяцией
5) Биосинтез вторичных метаболитов популяцией

Правильный ответ: 1

Вопрос 7. **УКАЖИТЕ, В КАКИХ ФАЗАХ УДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА НЕ РАВНА УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ОТМИРАНИЯ КЛЕТОК**:

1) Лаг-фазе
2) Логарифмического роста
3) Стационарной
4) Линейного роста
5) Отмирания

Правильные ответы: 2, 4, 5

Вопрос 8. **УКАЖИТЕ, КАКОЙ ЭЛЕМЕНТ НЕ ВХОДИТ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

1) Продуценты
2) Субстраты
3) Продукты
4) Производственные строения
5) Технологические системы оборудования и аппаратов

Правильный ответ: 4

Вопрос 9. **УКАЖИТЕ ЧЕМ ОСНАЩЕНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ПОПАДАНИЯ ПОСТОРОННЕЙ МИКРОФЛОРЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ:**

1) Змеевиками
2) Термическими затворами
3) Барботерами
4) Вентилями
5) Датчиками КИП

Правильный ответ: 2

Вопрос 10. **УКАЖИТЕ, В КАКОЙ МОДЕЛИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УЧИТЫВАЮТСЯ ТОЛЬКО ДВА ПАРАМЕТРА: НАЧАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА И ВЫХОД КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА БЕЗ УЧЕТА КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА:**

1) Кобозева,
2 Иерусалимского,

3) Блэкмана;
4) «Черного» ящика;
5) Моно.
Правильный ответ: 4

Вопрос 11. **УКАЖИТЕ, КАК НАЗЫВАЕТСЯ МОДЕЛЬ, С ПОМОЩЬЮ КОТОРОЙ РАССЧИТЫВАЮТ КОНЦЕНТРАЦИЮ СУБСТРАТА, ПРИ КОТОРОЙ УДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА РАВНА ПОЛОВИНЕ МАКСИМАЛЬНОЙ:**
1) Кобозева,
2 Иерусалимского,
3) Блэкмана;
4) «Черного» ящика;
5) Моно.
Правильный ответ: 5

Вариант 12. **УКАЖИТЕ МОДЕЛЬ, В КОТОРОЙ УЧИТЫВАЕТСЯ ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИМИТИРУЮЩЕГО СУБСТРАТА:**
1) Кобозева,
2 Иерусалимского,
3) Блэкмана;
4) Перта;
5) Моно.
Правильный ответ: 4

Вариант 13. **УКАЖИТЕ МОДЕЛЬ, В КОТОРОЙ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ РОСТА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА ЛИНЕЙНА ПРИ ЛЮБОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ:**
1) Кобозева,
2) Иерусалимского,
3) Блэкмана;
4) Черного ящика;
5) Моно.
Правильный ответ: 1

Приложение 2.2

Образцы домашних контрольных работ для рубежного контроля

Практическое занятие по теме: «Оптимизация процессов роста продуцента. Математическая модель роста»

Вариант 1

Для получения антибиотика на основе гриба *Fomitopsis oficinalis* был проведен эксперимент по плану ПФЭ приведенному в таблице Культивирование продуцента проводили в периодической замкнутой системе на среде, в которой включены источники углерода (целлюлоза), азота (пептон). При этом начальная концентрация внесенного инокулята составляет 0,5 г/л. При анализе численность (Y г/л) в течение 3-х суток составляла значения, приведенные в таблице:

Исследования проводили по плану полного факторного эксперимента первого порядка ПФЭ $2^2 = 4$. В таблице приведена матрица планирования ПФЭ типа 2^2 в кодированной форме.

Таблица – Матрица планирования ПФЭ типа 2^2 в кодированной форме

Опыт	X_0	Факторы			Величина
		X_1	X_2	X_3	Y г/л
1	+	+	+	+	6,2; 7,3; 6,5
2	+	-	+	+	10.4; 10,5; 15.7
3	+	+	-	+	8.5; 9.1; 8,8
4	+	-	-	+	6,2; 5,9; 6,0

Отформатированная таблица

В качестве факторов выбраны концентрация лактозы (X_1) и пептона (X_2).

Фактор X_1 - концентрация целлюлозы. Центр плана – 20 г/л. Шаг варьирования – 5 г/л.

Фактор X_2 - пептон. Центр плана – 2 г/л. Шаг варьирования – 1 г/л.

Задание:

1.Определите средние значения биомассы продуцента;

2. Проведите дисперсионный анализ и определите воспроизводимость опыта;

3. Составьте уравнение регрессии.

4. Проведите оценку значимости коэффициентов регрессии.

5. Оцените адекватность полученной модели.

6. Составьте план эксперимента поиска условий оптимизации процесса по методу Бокса-Уилсона.

Вариант 2

Для получения биомассы продуцента *Saccharomyces cerevisiae* был проведен эксперимент по плану ПФЭ, приведенному в таблице Культивирование продуцента проводили в периодической замкнутой системе на среде, в которой включены источники углерода (сахароза), азота (нитрат натрия). При этом начальная концентрация внесенного инокулята составляет 1,0 г/л. При анализе численность (Y г/л) в течение 3-х суток составляла значения, приведенные в таблице:

Исследования проводили по плану полного факторного эксперимента первого порядка ПФЭ $2^2 = 4$. В таблице приведена матрица планирования ПФЭ типа 2^2 в кодированной форме.

Таблица – Матрица планирования ПФЭ типа 2^2 в кодированной форме

Опыт	X_0	Факторы			Величина Y г/л
		X_1	X_2	X_3	
1	+	+	+	+	17,2; 18,3; 17,9
2	+	-	+	+	25.4; 24,5; 25.7
3	+	+	-	+	28.5; 29.1; 28,8
4	+	-	-	+	8,4; 7,9; 8,2

Отформатированная таблица

В качестве факторов выбраны концентрация лактозы (X_1) и пептона (X_2).

Фактор X_1, концентрация сахарозы. Центр плана – 40 г/л. Шаг варьирования – 10 г/л.

Фактор X_2 – концентрация нитрата натрия. Центр плана – 6 г/л. Шаг варьирования – 2 г/л.

Задание:

1.Определите средние значения биомассы продуцента;
2. Проведите дисперсионный анализ и определите воспроизводимость опыта;
3. Составьте уравнение регрессии.
4. Проведите оценку значимости коэффициентов регрессии.
5. Оцените адекватность полученной модели.
6. Составьте план эксперимента поиска условий оптимизации процесса по методу Бокса-Уилсона.

Темы

курсовых работ по дисциплине «Основы биотехнологии»

1. Биотехнология лимонной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение
2. Биотехнология антибиотика грамицидина С: технологическая схема, продуценты, практическое применение
3. Биотехнология антибиотика полимиксина: технологическая схема. продуценты, практическое применение
4. Биотехнология антибиотика низина: технологическая схема, продуценты, практическое применение.
5. Биотехнология антибиотика хлортетрациклина: продуценты, практическое применение.
6. Биотехнология антибиотика цефалоспорина: продуценты, практическое применение.
7. Биотехнология получения витамина B_{12}: продуценты, практическое применение.
8. Биотехнология витамина B_2: технологическая схема, продуценты, практическое применение.
9. Биотехнология получения витамина D: технологическая схема продуценты, практическое применение.
10. Биотехнология глутаминовой кислоты: технологическая схема продуценты, практическое применение.
11. Биотехнология аминокислоты триптофана: продуценты, практическое применение.
12. Микробиологический синтез и биотехнология ферментного препарата амилосубтилина.
13. Микробиологический синтез и биотехнология ферментного препарата протосубтилина.
14. Биотехнология получения склерогликанов: продуценты, источники субстрата
15. Биотехнология этанола на сахаро- и крахмалосодержащем сырье: технологическая схема, продуценты
16. Биотехнология этанола на целлюлозосодержащем сырье: Технологическая схема, продуценты, применение
17. Биотехнология биомасс пекарских дрожжей: Технологическая схема продуценты, практическое применение.
18. Биотехнология биомасс кормовых дрожжей: Технологическая схема продуценты, практическое применение
19. Биотехнология биоинсектицидов: технологическая схема продуценты, практическое применение
20. Биотехнология биофунгицидов: технологическая схема, продуценты, практическое применение

21. Биотехнология микробиологических препаратов биоремедиации почв от нефтяных загрязнений: технологическая схема, продуценты.
22. Биотехнология бутанола на крахмалосодержащем и целлюлозосодержащем сырье: технологическая схема, продуценты
23. Биотехнология уксусной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение
24. Биотехнология молочной кислоты: технологическая схема, продуценты, практическое применение
25. Биотехнология биополимеров левана и декстрана: технологическая схема, продуценты, практическое применение
26. Биотехнология бактериальной целлюлозы: технологическая схема, продуценты, практическое применение
27. Биотехнология полиоксибутирата: технологическая схема, продуценты, практическое применение
28. Технологическая схема получение биогаза одностадийным способом: продуценты, использование
29. Технологическая схема получение биогаза двухстадийным способом: продуценты, использование
30. Биотехнология биомассы фототрофных продуцентов: технологическая схема, продуценты, практическое применение

Вопросы к экзамену

1. Определение биотехнологии, основные направления. Особенности биотехнологических процессов.
2. Краткий исторический очерк развития биотехнологии. Новейший этап биотехнологии. Особенности создания продуцентов нового поколения.
3. Задачи биотехнологии в решении проблем здоровья человека и человечества, энергетических проблем: перспективы получения экологически чистых источников энергии.
4. Особенности протекания биотехнологических процессов. Отличия биотехнологических процессов от химических и агротехнических.
5. Понятие типовая биотехнологическая схема биосинтеза продуктов, характеристика ее основных стадий.
6. Продуценты биотехнологических процессов: прокариоты, эукариоты, ферментные препараты, культуры клеток и тканей растений и животных.
7. Использование продуцентов прокариот для получения микробных биомасс: вакцин, пробиотиков и пищевых продуктов.
8. Понятие культуры микроорганизмов: накопительные, чистые и смешанные культуры. Элективные методы получения культур продуцентов в биотехнологии.
9. Классификация продуктов биотехнологических производств.
10. Основные группы фармацевтических препаратов, получаемых в биотехнологических процессах: антибиотики, интерфероны, абзимы, пробиотики, аминокислоты, ферменты.
11. Особенности и типы метаболизма микроорганизмов, условия культивирования микроорганизмов- автотрофов и гетеротрофов.
12. Культивирование клеток животных. Получение гибридов: цели и условия культивирования.
13. Цели и методы создания и культивирования суспензионных культур растений. Характеристика протопластов растений: цели и методы получения.
14. Дайте кинетические характеристики процесса ферментации.
15. Дайте определение общей и удельной скорости роста микроорганизмов.
16. Способы определения удельной скорости роста по кривой роста микроорганизмов во времени. Укажите размерность удельной скорости роста и ее примерные значения для бактерий, дрожжей, грибов, микроводорослей, растительных клеток.
17. Что такое время генерации и какова его связь с удельной скоростью роста?

18. Что такое общая и удельная скорости потребления субстрата?
19. Как выражаются общая и удельная скорости биосинтеза продуктов метаболизма?
20. Питательные среды для культивирования микроорганизмов. Жидкофазное и твердофазное культивирование продуцентов.
21. Методы определения численности клеток и биомассы продуцентов.
22. Аппараты для культивирования микроорганизмов-продуцентов.
23. Классификация процессов ферментации: по фазе культивирования продуцента, по источнику углеродного питания, по способу организации процессов.
24. Основные и вспомогательные стадии биотехнологического процесса.
25. Постферментационная стадия: процессы, выполняемые в постферментационную стадию.
26. Характеристика субстратов, используемых в биотехнологии: субстраты I-го, I-гоI и II-го поколений.
27. Понятие асептика в биотехнологических процессах. Классификация процессов по условиям асептики.
28. Методы оценки чистоты культур продуцентов: культурально-морфологический, биохимический и молекулярно-генетический.
29. Условия и питательные среды для культивирования клеток и тканей растений. Понятие тотипотентность каллусных культур и возможность получения растений регенерантов.
30. Закономерности роста и развития продуцентов в условиях периодического культивирования. Кривая роста.
31. Культивирование продуцентов в открытой биотехнологической системе. Турбидостатный, оксистатный, pH-статный и хемостатный способ контроля культивирования продуцентов.
32. Постферментационная стадия: методы выделения вторичных и первичных метаболитов (сорбция, иммуносорбция).
33. Постферментационная стадия: методы отделения биомассы продуцентов от культуральной жидкости.
34. Понятие экономический и метаболический коэффициенты, метод определения по продукту.
35. Макростехиометрические коэффициенты процесса ферментации.
36. Дайте понятие о затратах субстрата на поддержание жизнедеятельности продуцентов.
37. Основные характеристики процесса роста продуцентов: скорость роста, время генерации, удельная скорость роста. Рост продуцентов в условиях глубинного и поверхностного культивирования.

38. Обобщенная технологическая схема получения биомасс продуцентов: на примере получения биомасс хлебопекарных, кормовых дрожжей и пробиотиков.
39. Дайте характеристику преимуществ и недостатков периодических процессов ферментации.
40. Дайте характеристику преимуществ и недостатков непрерывных процессов ферментации.
41. Характеристика процессов биокатализа. Ферменты энзимы, абзимы и рибозимы. Способы получения с помощью биотехнологий. Примеры использования ферментов в медицине, пищевой промышленности и тонком органическом синтезе.
42. Особенности метаболизма аэробных микроорганизмов: использование неполных аэробных окислений в биотехнологии. Получение лимонной и уксусной кислот: возбудители, условия биосинтеза кислот.
43. Характеристика энтеробактерий. Использование энтеробактерий в биотехнологии получения микробных биомасс и генно-инженерных белков.
44. Ферментные препараты в биотехнологичесих процессах, использование биокатализа в процессах биотрансформации.
45. Дайте понятие блок-схем биотехнологических производств.
46. Культивирование микроорганизмов в замкнутой системе. Фазы роста и особенности физиологии продуцентов в различных фазах роста.
47. Особенности анаэробного метаболизма микроорганизмов. Использование молочнокислого брожения и пропионовокислого брожений в биотехнологических процессах.
48. Спиртовое брожение: продуценты – эукариоты: мицелиальные и дрожжевые грибы. Использование в биотехнологических процессах.
49. Маслянокислое брожение: возбудители, особенности физиологии. Использование в процессах биотехнологии для биоэнергетики.
50. Классификация моделей и входящих в них параметров. Основные направления моделирования процессов. Физические, вещественно-математические и логико-математические модели.
51. Требования, предъявляемые к математическим моделям в биотехнологии.
52. Блочный принцип математического моделирования биотехнологических систем.
53. Многофакторные кинетические уравнения с неразделяющимися переменными; со смешанными влияющими факторами.
54. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Перта, модель Андрюса.

55. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Кобозева и модель Блэкмана.
56. Модели, учитывающие влияние субстрата на рост популяции микроорганизмов: модель Кобозева и модель Блэкмана, модель Моно.
57. Модели, учитывающие влияние продуктов метаболизма на скорость роста культур: модель Иерусалимского.
58. Цели, методы и задачи оптимизации биотехнологических процессов. Определение факторов оптимизации. Методы математического планирования экспериментов.
59. Оптимизация биотехнологических процессов по методу «крутого восхождения-спуска» Бокса –Уилсона.
60. Порядок определения исследований при планировании экспериментов по методу крутого восхождения-спуска в методе Бокса—Уилсона.
61. Способы вычисления дисперсии воспроизводимости при планировании эксперимента для подбора сред. Оценка значимости коэффициентов регрессии в методе Бокса—Уилсона.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

а) *Основная литература*

1. Безбородов А.М., Квеситадзе Г.И. Микробиологический синтез. – СПб.: Проспект науки, 2011, - 140 с.

Биотехнология /Под ред. В.А. Колодзяной, М.А. Самотруевой Изд-во ГОЭТАР. 2020. – 384 с.

2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии/ В.В. Бирюков. М.: КолосС. 2004. – 296 с.

3. Варфоломеев С.Д. Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов/ С.Д. Варфоломеев, С.В. Калюжный. М.: Высш. шк., 1990. – 296 с.

4. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение/ Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 465 с.

5. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии. Ч. I. Нанотехнологии в биологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. М.: Прометей, 2013. — 262 с. Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

6. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 480 c. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/65279.html

7. Микробиология: теория и практика. В 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М .: Издательство Юрайт, 2018. — 332 с. — Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.

8. **Общая биотехнология : учебник** / В.В. Ревин, Н.А. Атыкян, Е.В. Лияськина, Д.А. Кадималиев, В.В. Шутова, Н. Желев, Р.Р. Биглов, Т.В. Овчинникова; под общ. ред. акад. А.И. Мирошникова. - 3-е изд., доп. и перераб. - Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. - 416 с.

9. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид ; пер. с нем. — 3-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2019. – 324 с.

б) *Дополнительная литература*

1. Волова Т.Г. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

2. Слюняев, В.П., Плошко, Е.А. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс]/В.П.Слюняев.- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012.- 112с.- URL:https://e.lanbook.com/book/4531

3. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева. – М.: Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

4. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко. Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Универсальные:

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ
3. http://patft.uspto.gov/ - United States Patent and Trademark Office Бесплатная патентная база.
4. www.molbiol.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
5. www.scopus.com (Scopus) – единая реферативная и наукометрическая база данных (индекс цитирования) (доступ в библиотеке МАМИ)
6. www.scincedirect.com/ (Архивные коллекции журналов издательства Elsevier) – архивные коллекции различных тематик, в том числе Biochemistry, Engineering and Technology.
7. http://www.fp7-bio.ru - НКТ «Биотехнологии»

8. http://cyberleninka.ru/article/c/biotehnologiya - научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
9. http://www.springerprotocols.com/ - доступ к базе данных SpringerLink
10. http://grebennikon.ru/ - электронная бибоиотека Grebennicon
11. http://login.webofknowledge.com/ - ресурсы на платформе Web of Knowledge

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах:
http://i-exam.ru, http:// fepo.ru.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы используются:

Лекционная аудитория кафедры «ХимБиотех» Ав5504. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Аудитория для семинарских и практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5404а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5405б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: Лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, химическая мойка, химические реактивы, стеллажи с научной литературой, химическая посуда.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5406а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (5 корпус)), оборудованная: лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер-инкубатор микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов.

Реализация учебной программы должна обеспечиваться доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Дисциплина «Общая биотехнологии» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в лаборатории биотехнологии, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

10. Методические рекомендации для преподавателя

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучаемой на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**.

Программу составил:

профессор, д.б.н. / Т.И. Громовых /

Программа дисциплины «Основы биотехнологии» утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» 04 июля 2022 г., протокол №12.

Заведующий кафедрой _____ /Т.И.Громовых /

Руководитель образовательной
программы к.б.н. _____ /И.И. Гайдашева /

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Основы биотехнологии»

Направление подготовки

19.03.01 «Биотехнология»

Отформатированная таблица

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
Определение биотехнологии. Основные направления биотехнологии	4	1	2		-	10								
Основные элементы биотехнологических процессов. Биологические объекты	4	2-3	4		4	10								
3. Методы поиска продуцентов для биотехнологий	4	4	2		8	10								
Стадии биотехнологических процессов	4	5-7	6		4	10								
5. Классификация ферментации биотехнологических процессов	4	8-10	6		4	10								
6. Культивирование продуцентов в биотехнологических процессах	4	11	2		8	6								
7. Контроль и управление биотехнологическими процессами	4	12	2		8	10								

8. Математическое моделирование биотехнологических процессов	4	13-14	4		6	10								
9. Масштабирование и оптимизация биотехнологических процессов	4	15-16	4		2	6								
10. Планирование экспериментов биотехнологических процессов	4	17-18	4		12	8								
Итого:	**180**		**36**		**54**	**90**		**90**					**экзамен**	