

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.27 БИОИНЖЕНЕРИЯ

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Производство биофармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 6 з.е.
в академических часах: 216 ак.ч.

Разработчики:

Доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук Топкова О. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра биотехнологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Колодязная В. А.	Рассмотрено	04.05.2023
2	Методическая комиссия УГСН 19.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
3	Кафедра биотехнологии	Ответственный за образовательную программу	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023

Согласование и утверждение образовательной программы

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Куваева Е. В.	Согласовано	04.05.2023

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-4 Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний

ОПК-4.1 Применяет базовые инженерные и технологические знания при проектировании отдельных элементов технических и технологических систем, технических объектов и технологических процессов биотехнологического производства

Знать:

ОПК-4.1/Зн5 Знать технологическую схему подготовки стерильного сжатого воздуха

Владеть:

ОПК-4.1/Нв3 Владеть навыками расчета оборудования для стерилизации питательных сред

ОПК-4.2 Осуществляет обоснованный выбор проектных решений по созданию оптимальных аппаратурно-технологических схем, рациональных производственных помещений, схем управления и регулирования биотехнологических процессов с учётом требований масштабирования и оптимизации

Знать:

ОПК-4.2/Зн3 Знать технологическую и аппаратурную схемы подготовки стерильного сжатого воздуха

Уметь:

ОПК-4.2/Ум2 Уметь рассчитать аэрозольный фильтр с волокнистыми фильтрующими материалами и подобрать аэрозольный фильтр с жесткими фильтрующими перегородками

ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать качественные и количественные показатели получаемой продукции

ОПК-5.1 Обоснованно выбирает технологическое оборудование и осуществляет его эксплуатацию для реализации биотехнологического процесса

Знать:

ОПК-5.1/Зн3 Знать основное и специальное технологическое оборудование, используемое в биотехнологическом процессе

ОПК-5.1/Зн4 Знать гидродинамические условия и диффузионные процессы в ферментаторе и пути их оптимизации

ОПК-5.1/Зн5 Знать термодинамические процессы в биореакторе и методы их корректировки

Уметь:

ОПК-5.1/Ум5 Уметь оценить гидродинамические условия в ферментаторе и предложить пути их оптимизации

ОПК-5.1/Ум6 Уметь рассчитать тепловой эффект жизнедеятельности биообъектов и оценить эффективность теплоотводящих устройств

ОПК-5.1/Ум7 Уметь производить расчет оборудования для стерилизации питательных сред, выбирать ферментационное оборудование

ПК-П1 Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ

ПК-П1.1 Проводит работы по подготовке биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса

Знать:

ПК-П1.1/Зн2 Знать теорию и практику процессов стерилизации питательных сред и оборудования

Уметь:

ПК-П1.1/Ум2 Уметь оценить действующие режимы стерилизации, рассчитать режимы стерилизации питательных сред и оборудования

ПК-П1.3 Осуществляет приготовление питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов заданного состава

Знать:

ПК-П1.3/Зн1 Знать теорию и практику процессов приготовления и стерилизации питательных сред, стерилизации оборудования при работе с клеточными культурами животных и человека.

ПК-П1.3/Зн2 Знать теорию и практику процессов приготовления и стерилизации питательных сред, стерилизации оборудования при работе с микроорганизмами.

ПК-П1.3/Зн4 Знать принцип выбора способа стерилизации питательных сред

ПК-П2 Способен проводить биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов

ПК-П2.1 Проводит культивирование микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов

Знать:

ПК-П2.1/Зн1 Знать основные системы культивирования клеток, в том числе, трансформированных клеток животных и культуры клеток человека.

ПК-П2.1/Зн7 Знать теорию пенообразования и пеногашения в процессе ферментации и методы борьбы с пеной

ПК-П2.1/Зн8 Знать основные этапы массопередачи кислорода в процессе культивирования биообъектов и способы интенсификации массопередачи

Уметь:

ПК-П2.1/Ум5 Уметь оценивать пенообразующую способность компонентов питательных сред и предложить оптимальный способ пеногашения и наилучший пеногаситель для конкретного процесса культивирования

ПК-П5 Способен осуществлять руководство участком по производству БАВ

ПК-П5.4 Руководит проведением биотехнологического процесса производства БАВ

Знать:

ПК-П5.4/Зн3 Знать мероприятия, направленные на сокращение расхода энергоресурсов (пар, вода) в ходе процесса стерилизации оборудования и питательных сред

Уметь:

ПК-П5.4/Ум4 Уметь предложить рациональные ресурсосберегающие схемы стерилизации питательных сред и оборудования

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.27 «Биоинженерия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.10 Аналитическая химия;

Б1.О.08 Инженерная графика;

Б1.О.19 Коллоидная химия;

Б1.О.11 Материаловедение;

Б1.О.17 Микробиология;

Б1.О.22 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;

Б1.О.21 Основы биотехнологии;

Б1.О.16 Прикладная механика;

Б1.О.20 Процессы и аппараты биотехнологии;

Б2.О.02(У) учебная практика (ознакомительная практика, технологическая);

Б1.О.14 Физическая химия;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.26 Массообменные процессы и аппараты биотехнологии;

Б1.О.32 Метрологическое обеспечение биотехнологических производств;

Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;

Б1.В.18 Организация производства по GMP;

Б1.В.08 Основы клеточной инженерии;

Б1.В.14 Основы технологии готовых лекарственных средств;

Б1.В.11 Основы экономики и управления биотехнологическим фармацевтическим предприятием;

Б1.В.15 Охрана труда;

Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;

Б2.В.01(П) производственная практика (преддипломная практика);

Б2.О.03(П) производственная практика (технологическая практика);

Б1.О.31 Системы управления биотехнологическими процессами;

Б1.В.10 Технология выделения и очистки биологически активных веществ;

Б1.В.09 Технология культивирования продуцентов биологически активных веществ;

Б1.В.16 Управление персоналом структурного подразделения;

Б1.О.25 Физико-химические методы анализа;

Б1.В.ДВ.06.02 Цифровые устройства измерения, контроля и управления;

Б1.О.24 Экологическая безопасность;

Б1.О.23 Электротехника и промышленная электроника;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период	доемкость сы)	доемкость ЭТ)	ая работа всего)	ии в период (часы)	ии в период обучения (часы)	т (часы)	ие занятия сы)	ьяная работа а (часы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая гру (час)	Общая гру (ЗЕ)	Контактн (часы,	Консультац сессии	Консультац теоретического	Лекции	Практичес (ча	Самостоятел студент	Промежуточн (ча
Шестой семестр	216	6	128	2	24	34	68	52	Экзамен (36)
Всего	216	6	128	2	24	34	68	52	36

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период сессии	Консультации в период теоретического обучения	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соответственные с результатами освоения программы
Раздел 1. Стерилизация питательных сред	49,9	0,4	3,5	8	28	10	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов.	20,7	0,2	0,5	4	12	4	ОПК-5.1 ПК-П1.1
Тема 1.2. Методы стерилизации	29,2	0,2	3	4	16	6	ПК-П1.3 ПК-П5.4
Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов	34,2	0,2	6	6	8	14	ОПК-5.1 ПК-П2.1
Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов	34,2	0,2	6	6	8	14	
Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций	16,2	0,2	2	4	4	6	ПК-П1.1 ПК-П5.4
Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата	16,2	0,2	2	4	4	6	
Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе	22,2	0,2	2	2	12	6	ОПК-5.1
Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности	22,2	0,2	2	2	12	6	
Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе	19,7	0,2	3,5	2	8	6	ОПК-5.1
Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе	19,7	0,2	3,5	2	8	6	
Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе	8,2	0,2	2	2		4	ОПК-5.1 ПК-П2.1
Тема 6.1. Массопередача кислорода	8,2	0,2	2	2		4	
Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха	17,4	0,4	3	6	4	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха.	5,2	0,2	1	2		2	
Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха.	12,2	0,2	2	4	4	2	
Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации	12,2	0,2	2	4	4	2	ПК-П2.1
Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены	12,2	0,2	2	4	4	2	
Итого	180	2	24	34	68	52	

4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Стерилизация питательных сред

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов.

Удельная скорость гибели микроорганизмов, факторы, влияющие на эту величину. Определение времени стерилизации в изотермических условиях. Оценка эффективности процессов стерилизации. Особенности стерилизации питательных сред, содержащих твердые нерастворимые агломераты.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Разноуровневые задачи и задания
Письменный опрос
Контроль самостоятельной работы

Тема 1.2. Методы стерилизации

Периодическая стерилизация. Суть процесса и его технологическая реализация. Стерилизация в автоклавах. Расчет режима стерилизации при переменной температуре. Особенности расчета времени выдержки при наличии в ферментаторе «слабых» точек.

Непрерывная стерилизация. Суть и аппаратное оформление процесса. Аппараты, входящие в систему установки непрерывной стерилизации (УНС): нагреватели, выдерживатели, теплообменники. Оптимальный трубчатый выдерживатель. Конструктивные особенности. Расчет емкостного и трубчатого выдерживателей. Технологическая схема УНС с рекуперацией тепла.

Стерилизующая фильтрация питательных сред и растворов. Аппаратное оформление процесса.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Коллоквиум
Тест
Письменный опрос
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
рабочая тетрадь

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов

Классификация биореакторов. Типовая конструкция биореакторов периодического действия. Системы аэрации и перемешивания. Перемешивающие устройства и требования к ним. Теплоотводящие устройства. Аппараты для культивирования животных клеток. Особенности аэрации и перемешивания. Одноразовые системы для процессов культивирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Письменный опрос
Доклад, сообщение
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
рабочая тетрадь

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата

Оценка действующих режимов стерилизации. Стерилизация биореакторов. «Слабые точки» в ферментаторе и причины их появления. Способы повышения надежности стерилизации. Расчет режима стерилизации аппаратов с контролем температуры в «слабых точках». Монтажная схема аппарата (МСА). Типовые узлы, обеспечение их стерильности. Сохранение наведенной стерильности в процессе ферментации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Письменный опрос
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
рабочая тетрадь

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности

Тепловой баланс культивирования биообъектов. Методы определения теплового эффекта биосинтеза. Расчет теплового эффекта жизнедеятельности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Коллоквиум
Тест
Письменный опрос
Индивидуальные задания
Контроль самостоятельной работы
рабочая тетрадь

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе

Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе

Механическое и пневматическое перемешивание культуральных жидкостей. Удельный вклад мощности на перемешивание как показатель интенсивности перемешивания. Особенности перемешивания аэрируемых и неаэрируемых культуральных жидкостей. Пути интенсификации перемешивания. Методы расчета удельного вклада мощности на перемешивание. Реконструкция перемешивающего устройства.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Деловая игра
Разноуровневые задачи и задания
Письменный опрос
Контроль самостоятельной работы

Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе

Тема 6.1. Массопередача кислорода

Кислород как один из лимитирующих факторов культивирования. Этапы массопередачи. Абсорбция и потребление кислорода. Критическая и рабочая концентрации кислорода в культуральных жидкостях различного происхождения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Письменный опрос
Контроль самостоятельной работы

Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха.

Теоретические основы разделения аэрозолей. Механизмы осаждения загрязнений на волокнистых и пористых фильтрующих материалах. Факторы, влияющие на эффективность очистки воздуха – скорость подачи воздуха, диаметр волокон, размер осаждаемых частиц. Коэффициент осаждения на реальных фильтрах. Расчет высоты фильтрующего слоя.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Контроль самостоятельной работы
рабочая тетрадь

Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха.

Ступенчатая очистка воздуха. Фильтрующие материалы, используемые для разных степеней очистки воздуха. Конструктивное оформление аэрозольных фильтров.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Разноуровневые задачи и задания
Тест
Письменный опрос

Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации**Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены**

Причины пенообразования. Роль пены в технологическом процессе. Методы разрушения пены. Характеристика жировых и синтетических пеногасителей. Особенности подачи пеногасителей в процессе ферментации

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы
Письменный опрос
Контроль самостоятельной работы

4.3. Содержание занятий семинарского типа.**Очная форма обучения. Консультации в период сессии (2 ч.)****Раздел 1. Стерилизация питательных сред (0,4 ч.)**

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов. (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы.

Тема 1.2. Методы стерилизации (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов (0,2 ч.)

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций (0,2 ч.)

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе (0,2 ч.)

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе (0,2 ч.)

Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе (0,2 ч.)

Тема 6.1. Массопередача кислорода (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха (0,4 ч.)

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха. (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха. (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы.

Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации (0,2 ч.)

Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены (0,2 ч.)

Консультация перед экзаменом по вопросам темы

4.4. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (24 ч.)

Раздел 1. Стерилизация питательных сред (3,5 ч.)

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов. (0,5 ч.)

Консультация по вопросам коллоквиума №1 и порядку выполнения заданий в рабочей тетради

Тема 1.2. Методы стерилизации (3 ч.)

1. Консультация по теме для самостоятельного изучения "Стерилизующая фильтрация питательных сред и растворов. Аппаратурное оформление процесса".
2. Консультация по вопросам коллоквиума №1 и решению задач в рабочей тетради.

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов (6 ч.)

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов (6 ч.)

1. Консультация по порядку выполнения самостоятельной работы в форме индивидуального задания
2. Консультация по составлению таблицы ферментаторов.

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций (2 ч.)

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата (2 ч.)

1. Консультация по выполнению задания в рабочей тетради
2. Консультация по вопросам коллоквиума №2

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе (2 ч.)

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности (2 ч.)

Консультация по вопросам коллоквиума №2 и решению задач в рабочей тетради

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе (3,5 ч.)

Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе (3,5 ч.)

1. Консультация по решению ситуационной задачи по реконструкции перемешивающего устройства
2. Консультация по лекционному материалу, вызывающему затруднения

Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе (2 ч.)

Тема 6.1. Массопередача кислорода (2 ч.)

Консультация по разъяснению лекционного материала.

Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха (3 ч.)

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха. (1 ч.)

Консультация по материалу лекции, вызывающему затруднения.

Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха. (2 ч.)

Консультация по выполнению заданий в рабочей тетради

Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации (2 ч.)

Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены (2 ч.)

1. Консультация по лекционному материалу, вызывающему затруднения.
2. Консультация по характеристикам химических пеногасителей

4.5. Содержание занятий лекционного типа.

Очная форма обучения. Лекции (34 ч.)

Раздел 1. Стерилизация питательных сред (8 ч.)

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов. (4 ч.)

1. Кинетика гибели микроорганизмов.
2. Особенности стерилизации питательных сред, содержащих твердые нерастворимые агломераты.

Тема 1.2. Методы стерилизации (4 ч.)

1. Периодическая стерилизация.
2. Непрерывная стерилизация.

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов (6 ч.)

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов (6 ч.)

1. Биореакторы. Классификация. Типовая конструкция биореакторов периодического действия.
2. Оборудование для культивирования растительных и животных клеток. Особенности аэрации и перемешивания.
3. Одноразовые системы для процессов культивирования.

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций (4 ч.)

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата (4 ч.)

1. Стерилизация биореакторов.
2. Монтажная схема аппарата (МСА). Типовые узлы МСА, обеспечение их стерильности.

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе (2 ч.)

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности (2 ч.)

1. Тепловой эффект жизнедеятельности биообъектов.

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе (2 ч.)

Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе (2 ч.)

1. Особенности перемешивания аэрируемых и неаэрируемых культуральных жидкостей.

Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе (2 ч.)

Тема 6.1. Массопередача кислорода (2 ч.)

1. Массопередача кислорода.

Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха (6 ч.)

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха. (2 ч.)

1. Методы стерилизации воздуха. Теоретические основы разделения аэрозолей.

Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха. (4 ч.)

1. Ступенчатая очистка воздуха. Фильтрующие материалы, используемые для разных степеней очистки воздуха.
2. Конструктивное оформление аэрозольных фильтров. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха.

Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации (4 ч.)

Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены (4 ч.)

1. Пенообразование, его особенности и роль в технологическом процессе.
2. Методы разрушения пены. Характеристика различных пеногасителей.

4.6. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Практические занятия (68 ч.)

Раздел 1. Стерилизация питательных сред (28 ч.)

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов. (12 ч.)

1. Определение исходных данных для расчета времени стерилизации.
2. Расчет времени стерилизации в изотермических условиях.
2. Стерилизация питательных сред, содержащих твердые нерастворимые агломераты. Расчет решетки-фильтра для задержки агломератов.

Тема 1.2. Методы стерилизации (16 ч.)

1. Расчет режима стерилизации при переменной температуре при отсутствии и наличии "слабых" точек.
2. Непрерывная стерилизация. Расчет емкостного и трубчатого выдерживателей.
3. Расчет оптимального трубчатого выдерживателя. УНС с рекуперацией тепла. Расчет экономии пара при использовании рекуперации тепла.
4. Коллоквиум №1 «Стерилизация питательных сред»

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов (8 ч.)

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов (8 ч.)

1. Мини-конференция "Виды биореакторов и их конструктивные особенности".
2. Составление таблицы ферментаторов

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций (4 ч.)

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата (4 ч.)

1. Расчет режима стерилизации пустого ферментатора

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе (12 ч.)

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности (12 ч.)

1. Расчет теплового эффекта жизнедеятельности при периодической ферментации.
2. Расчет теплового эффекта жизнедеятельности при отъемно-доливной ферментации.
3. Коллоквиум №2 «Конструктивные особенности ферментаторов. Термодинамика процесса ферментации»

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе (8 ч.)

Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе (8 ч.)

1. Оценка действующего режима перемешивания.
2. Реконструкция перемешивающего устройства для обеспечения необходимой интенсивности перемешивания

Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе

Тема 6.1. Массопередача кислорода

Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха (4 ч.)

Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха.

Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха. (4 ч.)

1. Стерилизующая фильтрация воздуха. Расчет общего коэффициента осаждения аэрозольных частиц на реальных фильтрах и расчет высоты фильтрующего слоя

Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации (4 ч.)

Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены (4 ч.)

1. Выбор оптимального пеногасителя и особенности его подачи в процессе ферментации.

4.7. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (52 ч.)

Раздел 1. Стерилизация питательных сред (10 ч.)

Тема 1.1. Кинетика гибели микроорганизмов. (4 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации по дисциплине.

Тема 1.2. Методы стерилизации (6 ч.)

1. Самостоятельное изучение темы "Стерилизующая фильтрация питательных сред и растворов. Аппаратурное оформление процесса."
2. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине.

Раздел 2. Аппаратура для культивирования биообъектов (14 ч.)

Тема 2.1. Биореакторы и системы для культивирования клеток биообъектов (14 ч.)

Раздел 3. Стерилизация оборудования и коммуникаций (6 ч.)

Тема 3.1. Стерилизация биореакторов и монтажной схемы аппарата (6 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации
2. Выполнение задания в рабочей тетради: «Изображение монтажной схемы ферментатора с учетом обеспечения гарантированной стерильности»

Раздел 4. Термодинамические процессы в ферментаторе (6 ч.)

Тема 4.1. Кинетика теплоты жизнедеятельности (6 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Раздел 5. Гидродинамические условия в ферментаторе (6 ч.)

- Тема 5.1. Процессы перемешивания в биореакторе (6 ч.)
Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации
Раздел 6. Диффузионные процессы в ферментаторе (4 ч.)
Тема 6.1. Массопередача кислорода (4 ч.)
Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации
Раздел 7. Подготовка стерильного сжатого воздуха (4 ч.)
Тема 7.1. Методы стерилизации воздуха. (2 ч.)
Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.
Тема 7.2. Технологическая схема подготовки стерильного сжатого воздуха. (2 ч.)
Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации
Раздел 8. Пенообразование и пеногашение в процессе ферментации (2 ч.)
Тема 8.1. Пенообразование и способы гашения пены (2 ч.)
Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: Экзамен, Шестой семестр.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в формате собеседования по билетам.

1. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной календарным учебным графиком. Не допускается проведение экзамена на последних аудиторных занятиях.
2. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Самостоятельный перенос экзаменатором времени и места проведения экзамена не допускается.

3. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

4. Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена на экзаменационной консультации.

5. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Если по итогам проведенной промежуточной аттестации результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции, обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно». Оценка «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Безбородов, А. М. Микробиологический синтез / А. М. Безбородов, Г. И. Квеситадзе, - Микробиологический синтез - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. - 144 с. - 978-5-903090-52-5. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/35820.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие / К. Б. Бияшев,, Б. К. Бияшев,, Ж. С. Киркимбаева,, А. Ж. Макбуз,. - Основы промышленной биотехнологии - Алматы: Нур-Принт, 2015. - 164 с. - 978-601-241-184-4. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/67117.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Колодязная, В.А. Биотехнология: учебник / В.А. Колодязная, М.А. Самотруева. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 384 - 978-5-9704-5436-7. - Текст: непосредственный.

2. Романков,, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П. Г. Романков,, В. Ф. Фролов,, О. М. Флисюк,. - Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 544 с. - 078-5-93808-349-4. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97815.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

3. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: справочное издание / Р. Шмид; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2014. - 324 с. с. - 978-5-94774-767-6. - Текст: непосредственный.

4. Чечина, О. Н. Общая биотехнология: учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. - 3-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - 266 с - 978-5-534-13660-9. - Текст: электронный. // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/book/cover/0D28763D-C303-42A2-ADC8-31219495EF53> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций
2. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»., гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
2. www.arfp.ru - Портал Ассоциация российских фармацевтических производителей (АРФП): в том числе архив номеров журнала «Фармацевтическая промышленность»
3. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента» : / ООО «Политехресурс». – Москва

6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

учебно-лабораторные помещения

"Бокс микробиологической безопасности БМБ-II-""Ламинар-С""-1,5 II класса, тип А2 на" - 1 шт.

Ферментер (биореактор) с рубашкой для культивирования микроорганизмов Evio, Фарм - 1 шт.

Шейкер-инкубатор ES -20/60 Biosan в комплекте - 1 шт.

7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1036>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1036>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1036>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1036>

Учебно-методическое обеспечение:

Топкова О. В. Биоинженерия : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Топкова ; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, [2019]. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. - URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1036>. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Методические указания по формам работы

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины. В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Деловой игры

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой совместную деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре.

Задач и заданий репродуктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам

дисциплины.

Письменный опрос

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как письменные ответы обучающихся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.

Лекции

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

Практические занятия

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: деловая игра, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Деловой игры

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой совместную деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре.

Задач и заданий репродуктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Задач и заданий творческого уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Кейс-задачи

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: задания для решения кейс-задачи.

Коллоквиума

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.

Письменный опрос

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство проверки знаний по теме или разделу, подразумевающее письменный ответ студента на поставленный вопрос.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины.

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий

Доклада, сообщения

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: темы докладов, сообщений.