

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств

Код модуля
1157949

Модуль
Основы проектирования биотехнологических
производств

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Миронов Максим Анатольевич	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии органического синтеза

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- **Безматерных Максим Алексеевич, Доцент, технологии органического синтеза**
- **Миронов Максим Анатольевич, Профессор, технологии органического синтеза**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3
		Домашняя работа	2
		Расчетно-графическая работа	1
		Деловая (ролевая) игра	1
		Кейс-анализ	3

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы проектирования и оборудование биотехнологических производств

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-1 -Способность осуществлять, контролировать и управлять технологическим процессом в соответствии с регламентом	3-4 - Принципы составления технологических расчетов при проектировании новых или модернизации существующих производств и производственных участков производства биотехнологической продукции П-4 - Разрабатывать разделы промышленного регламента,	Деловая (ролевая) игра Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Кейс-анализ № 1 Кейс-анализ № 2 Кейс-анализ № 3 Лекции Практические/семинарские занятия

	<p>технологических инструкций биотехнологических производств</p> <p>У-4 - Правильно интерпретировать записи по работоспособности технологического оборудования и помещений, используемых в биотехнологическом процессе</p>	<p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способность исследовать, разрабатывать и проектировать технологические процессы, аппаратурные и технологические схемы производства с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии и современного состояния научных исследований в данной области в составе авторского коллектива</p>	<p>З-5 - Определять технологическое оборудование для биохимического производства</p> <p>П-5 - Иметь практический опыт работы с нормативной документацией, лабораторными, опытно-промышленными, технологическими и типовыми регламентами</p> <p>У-5 - Выбирать аппаратурные и технологические схемы биопроизводств с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования</p>	<p>Деловая (ролевая) игра</p> <p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Кейс-анализ № 1</p> <p>Кейс-анализ № 2</p> <p>Кейс-анализ № 3</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-4 -Способность использовать автоматизированные системы технологической подготовки производства для разработки и проектирования технологических процессов</p>	<p>З-1 - Определять методы технологической и инженерной подготовки производства, вспомогательных инженерных систем</p> <p>П-1 - Предлагать ресурсосберегающие технологии в производстве биопродуктов</p> <p>У-1 - Формулировать современные методологии решения типовых инженерно-технологических и управленческих задач для различных уровней биотехнологической системы с использованием пакетов прикладных программ</p>	<p>Деловая (ролевая) игра</p> <p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Кейс-анализ № 1</p> <p>Кейс-анализ № 2</p> <p>Кейс-анализ № 3</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 3</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение тестовых заданий</i>	7,8	60
<i>Ведение конспекта</i>	7,16	20
<i>Работа на занятиях (кейс-задачи)</i>	7,16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,3	15
<i>домашняя работа</i>	7,5	15
<i>контрольная работа</i>	7,4	15
<i>контрольная работа</i>	7,6	15
<i>контрольная работа</i>	7,12	15
<i>деловая (ролевая) игра</i>	7,14	15
<i>работа на занятиях</i>	7,16	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 1		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетно-графическая работа</i>	8,6	60
<i>работа на занятиях</i>	8,8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет емкостной аппаратуры и количества единиц оборудования для периодических производств заданной мощностью
2. Задачи на расчет установок непрерывного действия. Расчет моделей РПВ, РПС, каскада РПС, его КПД. Расчет биореакторов непрерывного действия
3. Расчет механических и пневматических перемешивающих устройств
4. Расчет и выбор аппаратуры для процессов выделения и очистки продуктов промышленной биотехнологии: фильтровального, сушильного оборудования, экстракторов, сепараторов
5. Расчет оборудования для получения биоэтанола
6. Расчет оборудования для получения аминокислот ферментативным путем.
7. Составления схемы граф материальных потоков производства. Расчет материального баланса отдельных стадий и производства в целом. Расчет материального баланса примера действующего производства
8. Упражнения по составлению и решению энергетических (тепловых) балансов технологических процессов. Расчет тепловых эффектов химических, физических и биотехнологических процессов.
9. Упражнения по составлению технологических схем производства полупродуктов и целевых продуктов биотехнологических производств. Решение вопросов, связанных с выбором оборудования для конкретных технологических стадий и операций. Задачи по оптимизации технологических схем.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет материального баланса

Примерные задания

1. Составить материальный баланс на 50 кг тобрамицина сульфата по процессу приготовления питательной среды и выращивания биомассы. Активность культуральной жидкости после ферментации составляет не менее: $\gamma=950$ м.е.;. Плотность культуральной жидкости $\rho=1020$ кг/м³. В тобрамицин сульфате содержится 65,6% тобрамицина.

Состав питательной среды в инокуляторе:

- 1 Глюкоза 2,0
- 2 Мука соевая 2,0

- 3 Соль поваренная 0,3
- 4 мел 0,3
- 5 Пропинол Б-400 0,1

2. Из технического жидкого едкого натра (40%) и отходного 15%-ного раствора NaOH приготовьте 1000 кг 25 %-ного раствора NaOH.

3. Определить практический выход этилового спирта, производимого из картофеля брожением, если из 1 тонны картофеля, содержащего 20 % крахмала получают 80 кг 96 %-ного спирта.

- Расчет материального баланса приготовления питательной среды.
- Порядок расчета материального баланса биотехнологических процессов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Технологические расчеты

Примерные задания

1. Рассчитать количество 80 кубовых ферментаторов, необходимых для производства 40 тонн ампициллина в год, если активность к.ж. 2.500 м.е., а выход на стадии химочистке составляет 80 %. В расчетах принять: Число рабочих дней в году –300, коэф. заполнения ф-ра – 0,7, запас мощности 10%, время одного цикла ферментации –120 часов.

2. Рассчитать длину трубчатки выдерживателя для УНС питательной среды при след. исходных данных:

Годовая мощность по пит. - Среде – $V_{г}=15\ 000\ м^3$.

Время стерилизации п.с. – $t_{ст}=15$ мин. УНС работает 8 часов в сутки, 330 дней в году. Диаметр (внутренний) трубчатки – $D=100$ мм. Теплоизоляцию изготовить из асбеста расчетной толщины, приняв температуру наружной поверхности $t_{и}$ и $t_{из}=30\ 0C$, температура воздуха в помещении – $t_{в}=20\ 0C$, а питательной среды – $t_{пс}=134\ 0C$.

3. Продукционная башня — денитратор в нитрозном способе производства серной кислоты имеет высоту 16 м и диаметр 5,5 м. Полезный объем башни составляет 85%. Башня подает в сутки 90 т H₂S₀₄. Определите интенсивность процесса.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Решение задач по тепловым расчетам

Примерные задания

1. Рассчитайте и выберите стандартные мерники (материал рабочей зоны с учетом их коррозионной стойкости) для оснащения нитратора периодического действия, предназначенного для нитрования ксилола нитрующей смесью.

Исходные данные для расчета:

Стандартный объём нитратора – $V_{ст}=6,3$ м³, коэфф. Заполнения его р.м. - $\varphi=0,8$.

Состав р.м.: ксилола - $акс=0,34$ (масс.д.), меланжа $анс=0,66$ (масс.д.).

Плотность р.м. - $\varphi_{рм}=1640$ кг/м³, меланжа - $\varphi_{нс}=1750$ кг/м³, ксилола - $\varphi_{кс}= 800$ кг/м³.

Коэффициент заполнения для мерников принять - $\varphi_{м}=0,9$.

2. Суточная потребность производства в растворителе (ДХЭ) составляет 2 500 л или 2,5 м³. ДХЭ поступает на завод через каждые 10 дней в ж/д цистерне. Каков объём хранилища ДХЭ (с учетом коэф. заполнения - $\varphi=0,9$), и какое их количество должно быть на складе, чтобы обеспечить бесперебойную работу производства и своевременное освобождение (разгрузку) ж/д цистерны?

3. Рассчитайте количество ионообменных колонн для непрерывной сорбции канамицина из нативного раствора при следующих исходных данных:

Часовой объём нативного раствора – $w=8$ м³/час. Его активность - $\varphi=2500$ м.е.

Рабочий объём одной колонны - $V_{р}=0,53$ м³, цикл работы одной колонны - $\varphi=12$ часов.

Удельная ёмкость ИОС - $\varphi=65$ г/л. Учтеть коэф. запаса мощности – $z=10$ %.

- Порядок расчета энергетического баланса биотехнологических процессов.
- Определение расхода теплоносителей в биореакторах.
- Определение поверхности теплообмена в теплообменных устройствах.
- Методика подбора теплообменного оборудования на заданную мощность производства.
- Расчет скорости подачи теплоносителя в теплообменные устройства.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров биореакторов

Примерные задания

1. Рассчитать какое количество сливок с массовой долей жира 30% потребуется для нормализации 1500 кг цельного молока с массовой долей жира 3,6% для получения топленого молока с массовой долей жира 5,8%. Определить количество нормализованной смеси. По правилу квадрата смешения.

2. Рассчитать какое количество нормализованного молока с массовой долей жира 3,2%, будет получено из 3000 кг цельного молока с массовой долей жира 4,2%. Какое количество сливок с массовой долей жира 25% получится при этом. Рассчитать по правилу треугольника.

1. Расчет биореактора периодического действия для получения биоэтанола.
2. Определение оптимальных параметров экстракции астаксантина растительным маслом из сухой биомассы.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет теплоты образования веществ
2. Определение производительности биореактора

Примерные задания

Рассчитать методом Караша и методом Свентославского-Караша теплоту образования органического соединения.

Необходимо определить производительность емкостного реактора периодического действия объемом 10 м³ для получения 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре.

Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м³/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 20 м³/ч.

Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 2 мм, скорость массопереноса $0.8 \cdot 10^{-6}$ м/с, разница концентраций при массопереносе 300 кг/м³, коэффициент заполнения реактора 0.8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м³.

Необходимо определить максимальный размер частиц для получения 80 тонн/сут 8% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре в емкостном реакторе периодического действия объемом 10 м³.

Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м³/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 10 м³/ч.

Скорость массопереноса $2 \cdot 10^{-6}$ м/с, разница концентраций при массопереносе 400 кг/м³, коэффициент заполнения реактора 0.8, конечная плотность реакционной смеси 1050 кг/м³.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Спроектировать аппаратную схему производства цеха:
2. Спроектировать технологическую (блок-схему) производства цеха:

Примерные задания

1. Ферментации бензилпенициллина
2. Ферментации феноксиметилпенициллина.
3. Получения ампициллина и его полусинтетических аналогов.
5. Ферментации тобрамицина.
6. Ферментации гентамицина.
7. Ферментации окситетрациклина.

8. Получения витамина В12.
9. Ферментации β -каротина.
10. Химической очистки бензилпенициллина.
11. Химической очистки феноксиметилпенициллина.
12. Химическая очистки тобрамицина.
13. Выделения и химическая очистки окситетрациклина.
14. Выделение и химической очистки витамина В12.
15. Выделения и химической очистки эритромицина и его полусинтетических аналогов.
16. Химической очистки β -каротина.
17. Выделения гентамицина.
18. Получение инсулина.
19. Получения L-лизина.
20. Получение рибофлавина.
21. Получения нистатина.
22. Получения олеандиамицина.
23. Получения гризеофульвина.
24. Получения биоспорина.
25. Получения лактобактерина.
26. Получения бифидумбактерина.
27. Получения колибактерина.
28. Биотрансформации стероидов.
29. Получения непротеиногенных L-аминокислот.
30. Получения аспартама.
31. Получения лимонной кислоты.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.7. Деловая (ролевая) игра

Примерный перечень тем

1. Проектирование биопроизводства

Примерные задания

К вам обратилась инжиниринговая компания с предложением разработки малотоннажного предприятия по получению биопрепарата.

Исходные данные, которые необходимо предоставить проектной организации для составления технического задания на проектирование должны содержать определенные разделы в соответствующем порядке.

Расставьте в нужной последовательности разделы исходных данных (документ, формулирующий технические требования к будущему производству или иному техническому объекту).

I этап: индивидуальная оценка разделов.

II этап: групповая оценка разделов

III этап: сравнение с экспертной оценкой и оценивание проделанной работы.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.8. Кейс-анализ № 1

Примерный перечень тем

1. Материальные расчеты биопроизводств

Примерные задания

Определить количество 90% бутанола полученного из 10 тонн гемицеллюлозы бутанольным брожением, если выход моносахаридов при гидролизе гемицеллюлозы 50 %, а выход бутанола при сбраживании моносахаридов 65 % в пересчете на 100 %-ную массу моносахаридов.

Определить расход кислорода на производство 1 тонны технического 99 % фталевого ангидрида, если расход технического нафталина (99.5 %) составляет 1012 кг на 1 тонну целевого продукта.

Определить расходный коэффициент картофеля, содержащего 30 % крахмала, на производство 1 тонны 85 %-ного этилового спирта, если общий выход этого процесса равен 70%.

Определить выход в реакции Кольбе и расход 90 %-ного углекислого газа на производство 1 тонны (1000 кг) 97 %-ной салициловой кислоты, если расходный коэффициент технического фенола, содержащего 96 % основного вещества составляет 750 кг/тонна.

Определить расход муравьиной кислоты и объем отделившейся воды на 1 т технического (95%) продукта в реакции формилирования пара-фенилендиамина, если выход в реакции 75%.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.9. Кейс-анализ № 2

Примерный перечень тем

1. Технологические расчеты биореакторов

Примерные задания

Рассчитать количество 100 м³ ферментаторов, необходимых для производства 80 тонн антибиотика с активностью 3000 ед. если общий выход составляет 60 %. В расчетах принять: Число рабочих дней в году – 320, запас мощности 10%, время одного цикла ферментации – 160 часов, загрузка ферментатора 75%.

Рассчитать количество мерников толуола для обслуживания участка получения нитробензойной кислоты, если на нем проводятся 8 операций нитрования в сутки. Длительность работы мерника 6 часов.

Рассчитать объем хранилища для толуола при следующих исходных данных:

На участке работают 4 реактора 3.8 м³

Длительность реакции нитрования толуола 32 ч.

Заполнение реактора 75 %

Массовая доля толуола в реакционной смеси 60%

Плотность реакционной смеси 1.1 г/см³, толуола 0.87

Запас сырья 2 недели.

Необходимо определить объем емкостного реактора периодического действия для получения 60 тонн/сут 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре.

Производственный цикл включает загрузку воды в течение 20 минут, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью в течение 10 минут.

Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 2 мм, скорость массопереноса $2 \cdot 10^{-6}$ м/с, разница концентраций при массопереносе 450 кг/м³, коэффициент заполнения реактора 0.8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м³.

Необходимо рассчитать количество емкостных реакторов периодического действия объемом 6.3 м³ для получения 150 тонн/сут 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре.

Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м³/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 20 м³/ч.

Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 3 мм, скорость массопереноса $1.2 \cdot 10^{-6}$ м/с, разница концентраций при массопереносе 350 кг/м³, коэффициент заполнения реактора 0.8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м³.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.10. Кейс-анализ № 3

Примерный перечень тем

1. Тепловые расчеты бореакторов

Примерные задания

Рассчитать количества тепла, выделяющегося при получении 1 кг метилового спирта реакцией окисления метана (выход 80%) если:

Теплота образования:

Метана - 67кДж/моль, кислорода – 0, Метанола – 190кДж/моль.

. Рассчитать поверхность теплообмена, достаточную для охлаждения 5 тонн реакционной смеси с теплоемкостью $c=4200$ Дж/(кг·К) водой (при неизменной температуре 4 оС) с 95оС до 55оС в течение 3 ч, если коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – $K=300$ Вт/(м²·К).

Найти расход охлаждающей воды, необходимый для отвода тепла в реакции из задачи 3 при следующих исходных данных:

Объем реактора – $V_{кж}=32$ м³.

Заполнение реактора 70%

Плотность уксусной кислоты 1.14 г/см³

Температура охлаждающей воды на входе в рубашку- $t_1 = 4$ оС, на выходе- $t_2 = 18$ оС.

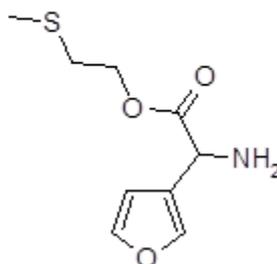
Достаточно ли поверхности теплообмена 20 м² для нагрева 7 тонн реакционной смеси с теплоемкостью $c=4200$ Дж/(кг·К) паром (при неизменной температуре 120 оС) с 20оС до 60оС в течение 2 ч, если коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – $K=300$ Вт/(м²·К).

Рассчитать изменение температуры при охлаждении 5600 кг реакционной смеси с теплоемкостью $c=1300$ Дж/(кг·К) в реакторе с поверхностью теплообмена 25 м² и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – $K=350$

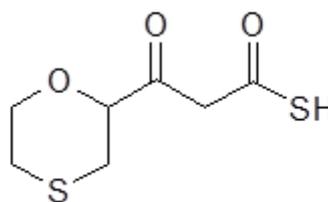
Вт/(м²·К) за 1 час при сред-ней разнице температур теплоносителя и реакционной смеси 35оС.

Рассчитать площадь поверхности необходимую для нагрева 6200 кг реакционной смеси с теплоемкостью $c=2700$ Дж/(кг·К) за 4 часа с коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси – $K=220$ Вт/(м²·К). Начальная температура 10оС, конечная 55оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 15оС

Какое число электронов перейдет к окислителю при сгорании следующего продукта:



Какое число электронов перейдет к окислителю при сгорании следующего продукта:



LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Проектирование технологических (аппаратурных) схем производства. Категории и типы технологических схем. 2. Принципы и правила их проектирования. 3. Графическое отображение, общие требования к чертежам технологических схем. 4. Техно-экономический анализ и экономические критерии оптимизации технологической схемы

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификация аппаратуры, критерии выбора основного и вспомогательного оборудования. 2. Химические реакторы. Общее устройство, типы и виды исполнения корпусов. Типовые корпуса и оснастка реакторов и вспомогательных емкостей. Способы установки и закрепления корпусов аппаратов. 3. Гарнитура емкостных сосудов и аппаратов. Штуцеры и фланцевые уплотнения, бобышки, люки, смотровые окна, указатели уровня. 4. Организация теплообменных процессов в химических реакторах, критерии выбора теплоносителя. 5. Перемешивающие устройства в химических

реакторах. Критерии выбора и расчет мешалок. Конструкции и способы крепления мешалок. 6. Уплотнения валов мешалок, конструктивные особенности и критерии выбора. Аппараты с герметичным приводом. 7. Импульсные методы перемешивания. Общая характеристика (преимущества/недостатки) этих методов. Устройство и принципы работы гидродинамического пульсатора, пневматической пульсационной установки и электроимпульсного аппарата. 8. Интенсификация тепло- и массообменных процессов с помощью ультразвука. Устройство и принципы работы ультразвуковых излучателей. 9. Использование высокочастотного излучения для интенсификации сушки в химических производствах. 10. Проведение процессов в тонкой пленке. Устройство и принципы работы установок со стационарным и принудительным образованием пленки. 11. Автоклавы, классификация, принципы работы. Гарнитура автоклавов, предохранительные устройства. 12. Особенности устройства биореакторов, классификация. Барботажные устройства, конструктивные особенности, расчет. Способы пеногашения в биореакторах. 13. Основные типы фильтровального оборудования. Критерии выбора фильтровального оборудования. Устройство и принцип работы друк-, нутч-фильтров, патронных фильтров и фильтр-прессов. 14. Разделение суспензий в гравитационном и центробежном поле. Классификация промышленных центрифуг для разделения суспензий. 15. Фильтровальная аппаратура непрерывного действия. Устройство и принцип работы барабанных и ленточных фильтров, а также ленточных фильтр-прессов. 16. Сушка в химико-фармацевтической промышленности. Типы сушилок их преимущества/недостатки, критерии выбора. 17. Технологические трубопроводы. Основные стандарты и классификация трубопроводов, материалы, способы соединения и монтажа трубопроводов. 18. Трубопроводная арматура. Классификация, устройство и принцип работы (все типы рассматриваемые в лекциях). 19. Перемещение материалов в химико-фармацевтической промышленности. Способы транспортировки жидкофазных смесей по трубопроводам. 20. Измельчение порошков, степень измельчения, особенности измельчения различных материалов. Способы измельчения, принципы работы оборудования, используемого для измельчения. 21. Организация проектных работ. Основные стадии и этапы проектирования. Состав технического проекта, основные требования к содержанию проектной документации. 22. Фактор масштабирования в проектировании, математическое моделирование технологических процессов (пример). 23. Материальный баланс производства. Цели и задачи составления материального баланса. Методика расчета материального баланса. 24. Особенности расчета материального баланса периодических и непрерывных производств. Материальный баланс процесса ферментации. 25. Технологический расчет основного оборудования. Цель и задачи технологических расчетов. Критерии выбора технологического оборудования. 26. Математические модели реакторов полного смешения и полного вытеснения. Расчет эффективности каскада емкостных реакторов. 27. Теоретические основы расчета установок периодического и непрерывного действия. Расчет проточных реакторов. 28. Расчет и выбор установок периодического действия на заданную мощность производства. 29. Расчет и выбор вспомогательной аппаратуры (хранилищ, сборников, мерников, дозирующих устройств). 30. Тепловой расчет технологического оборудования. Составление уравнений теплового баланса для различных производств. 31. Методика расчета составляющих теплового баланса (тепловых эффектов химических реакций и физических процессов, тепло вносимое и уносимое с исходными и конечными продуктами). 32. Методика расчета составляющих теплового баланса (тепловые потери в

окружающую среду, нагрев аппарата). 33. Расчет выбор теплообменных устройств, теплоносителей, хладагентов, изоляционных материалов. 34. Особенности составления теплового баланса и методики расчетов для процессов ферментации. 35. Технологические схемы производства, принципы и правила их проектирования и графического отображения. 36. Правила GMP: требования к оборудованию, процессу производства и ведению документации.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	проектная деятельность учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология дебатов, дискуссий Технология проектного образования	ПК-3	З-5 У-5 П-5	Деловая (ролевая) игра Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Кейс-анализ № 1 Кейс-анализ № 2 Кейс-анализ № 3 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа