

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Основы проектирования и оборудование предприятий по производству  
активных фармацевтических субстанций и лекарственных форм

**Код модуля**  
1161058(1)

**Модуль**  
Основы проектирования в фармации и  
фармацевтической технологии

**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	Мионов Максим Анатольевич	доктор химических наук, доцент	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 предприятий по производству активных фармацевтических субстанций и лекарственных форм**

1.	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	6	
2.	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	<b>Промежуточная аттестация</b>	Экзамен Курсовой проект	
4.	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1
		Расчетно-графическая работа	1

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Основы проектирования и оборудование предприятий по производству активных фармацевтических субстанций и лекарственных форм**

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПК-1 -Способен организовывать деятельность фармацевтической организации	З-1 - Различать характеристики основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом технологическом процессе З-2 - Определять характеристики инженерных систем и технологического оборудования производства лекарственных средств	Домашняя работа Курсовой проект Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа Экзамен

	<p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по управлению комплексными проектами, обеспечивающими бесперебойную реализацию технологических этапов производства лекарственных средств</p> <p>П-2 - Выполнять расчеты мощностей и загрузки технологического оборудования производства лекарственных средств</p> <p>У-1 - Определять документы, необходимые для описания технологического процесса</p> <p>У-2 - Обосновывать этапы проектирования, квалификации и эксплуатации зданий, помещений, инженерных систем, используемых при осуществлении процесса производства лекарственных средств</p>	
<p>ПК-2 -Способен выполнять работы по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств, в т.ч. наноструктурированных</p>	<p>З-6 - Определять принципы масштабирования и переноса химико(био)технологических процессов</p> <p>П-6 - Разрабатывать процесс с учетом принципов масштабирования и массопереноса</p> <p>П-7 - Осуществлять поиск, отбор и анализ информации, полученной из различных источников, для разработки и оптимизации технологического процесса</p> <p>У-6 - Оценивать риски и отклонения химико(био)технологического производства</p> <p>У-7 - Разрабатывать и оценивать производственную и отчетную документацию, касающуюся технологических процессов</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-4 -Способен разрабатывать и сопровождать</p>	<p>З-1 - Сформулировать принципы масштабирования процессов ферментации,</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p>

<p>технологический процесс производства лекарственных средств</p>	<p>определять критерии масштабирования</p> <p>З-2 - Описывать этапы проектирования, квалификации и эксплуатации зданий, помещений и инженерных систем биотехнологического производства и требования к ним</p> <p>З-3 - Определять технологическое оборудование для биохимического производства</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт масштабирования биотехнологического процесса</p> <p>П-2 - Разрабатывать рекомендации по разработке и оптимизации технологического процесса</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт работы с нормативной документацией, лабораторными, опытно-промышленными, технологическими и типовыми регламентами</p> <p>У-1 - Привести примеры отклонений биотехнологического производства</p> <p>У-2 - Обобщать производственную и отчетную документацию биотехнологического производства</p> <p>У-3 - Выбирать аппаратные и технологические схемы биопроизводств с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования</p>	<p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен управлять промышленным производством лекарственных средств</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные принципы зеленой химии</p> <p>З-2 - Определять требования санитарного режима, охраны труда, пожарной безопасности, охраны окружающей среды, порядок действий при чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-1 - Предлагать способы соответствия технологических процессов принципам зеленой химии</p> <p>П-2 - Осуществлять управление комплексными научно-техническими проектами с целью внедрения прогрессивных технологических решений в существующий процесс производства лекарственных средств</p> <p>У-1 - Оценивать согласованность химических процессов принципам зеленой химии</p> <p>У-2 - Обосновывать внедрение прогрессивных технологических решений в процессах производства лекарственных средств</p>	
<p>ПК-9 -Способен к внедрению экономически обоснованных, ресурсо- и природосберегающих технологических процессов и режимов производства</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго- и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Курсовой проект</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p> <p>Экзамен</p>

	<p>эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа</i>	<i>9,7</i>	<i>70</i>
<i>конспект лекций</i>	<i>9,8</i>	<i>30</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		

<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.4</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	9,12	35
<i>расчетно-графическая работа</i>	9,14	40
<i>работа на занятиях</i>	9,16	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетные работы</i>	9,15	100
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>0.4</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>0.6</b>		

#### 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**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
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**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
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 реакторов непрерывного действия
3. Расчет механических и пневматических перемешивающих устройств
4. Расчет и выбор аппаратуры для процессов выделения и очистки продуктов фармацевтической промышленности и биотехнологии: фильтро-вального, сушильного оборудования, экстракторов, сепараторов
5. Составления схемы граф материальных потоков производ-ства. Расчет материального баланса отдельных стадий и про-изводства в целом. Расчет материального баланса примера действующего производства
6. Упражнения по составлению и решению энергетических (тепловых) балансов технологических процессов. Расчет тепловых эффектов химических, физических и биотехнологических процессов
7. Упражнения по составлению технологических схем произ-водства полупродуктов и целевых продуктов биотехнологических производств. Решение вопросов, связанных с выбором оборудования для конкретных технологических стадий и операций. Задачи по оптимизации технологических схем
8. Расчет оборудования для получения аминокислот ферментативным путем.
9. Решение задач по индивидуальным проектам

## 10. Конструкционные материалы в фармацевтической промышленности

### Примерные задания

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.

Необходимо рассчитать количество емкостных реакторов периодического действия объемом 6,3 м<sup>3</sup> для получения 150 тонн/сут 10% раствора хлорида натрия в воде при комнатной температуре.

Производственный цикл включает загрузку воды со скоростью 10 м<sup>3</sup>/ч, растворение хлорида натрия и выгрузку раствора со скоростью 20 м<sup>3</sup>/ч.

Средний размер частиц твердого хлорида натрия составляет 3 мм, скорость массопереноса 1,2 10<sup>-6</sup> м/с, разница концентраций при массопереносе 350 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент заполнения реактора 0,8, конечная плотность реакционной смеси 1070 кг/м<sup>3</sup>.

Рассчитать время необходимое для охлаждения 2700 кг реакционной смеси с теплоемкостью  $c=1900$  Дж/(кг·К) в реакторе с поверхностью теплообмена 12 м<sup>2</sup> и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси –  $K=320$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Начальная температура 65оС, конечная 0оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 40оС

Рассчитать изменение температуры при охлаждении 5600 кг реакционной смеси с теплоемкостью  $c=1300$  Дж/(кг·К) в реакторе с поверхностью теплообмена 25 м<sup>2</sup> и коэффициентом теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси –  $K=350$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) за 1 час при средней разнице температур теплоносителя и реакционной смеси 35оС.

Рассчитать минимальный коэффициент теплопередачи от теплоносителя к реакционной смеси необходимый для охлаждения 3 тонн реакционной смеси с теплоемкостью  $c=2200$  Дж/(кг·К) в реакторе с поверхностью теплообмена 10 м<sup>2</sup> за 1,5 часа. Начальная температура 100оС, конечная 40оС, средняя разница температур теплоносителя и реакционной смеси 15оС.

1. Какой материал следует использовать для изготовления корпуса реактора при работе с 96% серной кислотой (температура 30оС)?

- А. Углеродистая сталь  В. Ферросилид   
Б. Медь  Г. Титан

Какой материал следует использовать для уплотнения фланцевого соединения при рабочей температуре - плюс 350оС.

- А. Паронит  В. Свинец   
Б. Фторопласт  Г. Графлекс

Какой теплоноситель можно использовать для нагрева аппарата до 300оС?

- А. Пар  В. Минеральное масло   
Б. Аммиак  Г. Дымовые газы

2. Карбометоксисульфадимезин (КМ СДМ) гидролизуют кипячением его в 45 %-ном растворе щелочи с последующим выделением сульфадимезина путем добавления технической (35 %-ной) соляной кислоты до нейтральной среды (рН=7).

Рассчитайте расход 45 %-ного р-ра щелочи и технической соляной кислоты для процесса гидролиза 1 000 кг (1т) КМ СДМ, если NaOH (100%) загружают с 8 %-ным избытком в мольном соотношении Выход основного продукта в реакции составляет 82 %, а реакции нейтрализации осуществляются со 100 %-ными мольными превращениями.

Определить расходные коэффициенты технического фенола, содержащего 94 % основного вещества, и 100 %-ного углекислого газа на производство 1 тонны (1000 кг) 97 %-ной салициловой кислоты, если общий выход целевого продукта составляет 93 %.

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**

Примерный перечень тем

1. Техно-химические расчеты

Примерные задания

1. Привести алгоритм расчета материального баланса приготовления питательной среды

2. Рассмотреть определение оптимальных параметров перемешивания в реакторе периодического действия.

3. Рассмотреть порядок расчета энергетического баланса биотехнологических процессов

4. Произвести расчет скорости подачи теплоносителя в теплообменные устройства

5. Определите, сколько нужно взять 15%-го раствора соли сульфата калия и 25%-го раствора этой же соли для приготовления 500 г 18%-го раствора

1. Привести порядок расчета объема реактора периодического действия.

2. Рассмотреть порядок расчета материального баланса производства активной фармацевтической субстанции

3. Привести порядок определения расхода теплоносителей в биореакторах

4. Рассмотреть методику подбора теплообменного оборудования на заданную мощность производства

5. Какое количество отходных кислот образуется при хлорсульфировании 2500 кг 98%-ного фенилуретилана (ФУ) хлорсульфоновой кислотой (ХСК), если мольное соотношение в загрузках составляет – ФУ:ХСК~1:6. Вода для разложения реакционной смеси берется в 5-ти кратном количестве по отношению к исходному ФУ. (Принять выход основной реакции 98%-ный выход, в побочных и стадиях разложения -99%).

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Биотехнологические процессы в фармацевтической технологии

Примерные задания

Подготовить доклад и презентацию по предложенной тематике:

1. Теоретические основы тепло- и массообмена в биотехнологии.
2. Организация теплообменных процессов в биореакторах (ферментаторах).
3. Массообменное оборудование для концентрирования продуктов; разделения жидкой и твердой фаз; удаления воды из целевых продуктов (процессы сушки).
4. Перемешивающие устройства в ферментаторах: выбор и методы расчета.
5. Сальниковые и торцовые уплотнения валов мешалок. Барботажные устройства.
6. Пульсационные, вибрационные и ультразвуковые источники воздействия на перерабатываемые смеси.
7. Проведение процессов в тонкой пленке. Установки со стационарным и принудительным образованием пленки; роторно-пленочные испарители.
8. Основные виды и типы оборудования биотехнологических производств. Критерии выбора оборудования, факторы, определяющие тип и конструкцию основной и вспомогательной аппаратуры.
9. Организация аэробных процессов при глубинном выращивании микроорганизмов.
10. Способы пеногашения в ферментаторах, механические пеногасители.
11. Создание стерильных условий в биореакторах и сопутствующих установках. Способы стерилизации оборудования, устройства по поддержанию стерильных условий в ферментаторах.
12. Гарнитура ёмкостных сосудов и аппаратов.
13. Состав технического проекта, основные требования к оформлению и содержанию проектной документации.
14. Теоретические основы расчета установок периодического (РПД) и непрерывного действия (РНД).
15. Математические модели реакторов полного смешения (РПС) и полного вытеснения (РПВ).
16. Расчет каскада емкостных реакторов и его эффективности. Расчет трубчатых и других проточных реакторов.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.3. Расчетно-графическая работа**

Примерный перечень тем

1. Проектирование технологических и аппаратурных схем

Примерные задания

1. Составить технологическую схему (с учетом стандарта GMP) получения фармакопейного L-лизина (только стадии выделения)
2. Составить аппаратурную схему производства молочной кислоты (начиная со стадии получения посевного материала до ферментации включительно).
3. Составить аппаратурную схему производства лизина химико-ферментативным путем. Привести химическую схему производства.
4. Составить технологическую и аппаратурную схему стадии химочистка технического эритромицина и получение фармакопейного продукта
5. Составить технологическую и аппаратурную схему производства антибиотика гентамицина (стадии ферментации)

6. Составить технологическую и аппаратурную схему производства производства сыворотки крови КРС сухой в нестандартных объемах

7. Составить типовую технологическую схема получения лекарственных веществ из растительного сырья экстракцией с последующим их выделением и химочистки на примере каротина

8. Спроектировать непрерывно действующую установку для получения п-фенилуретилонсульфохлорида (п-ФУСХ) хлорсульфированием фенилуретилана хлорсульфоновой кислотой (ХСК)

9. Спроектируйте установку для отгонки вератрола (3,4-диметоксибензола) с водяным паром после реакции метилирования пирокатехина диметилсульфатом в водном растворе едкого натра. Для дальнейшего использования необходимо из вератрола полностью удалить влагу. Предложите способ и установку для получения безводного вератрола.

10. Предложите типовую установку для перекристаллизации из спирта органического (кристаллического) вещества с применением активированного угля.

12. Составить технологическую схему и аппаратурную стадии химической очистки (выделения) лимонной кислоты в методе твердофазной ферментации.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Основные виды и типы оборудования химических и биотехнологических производств. 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 про-мышленных 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 трубопрово-дов, 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 техноло-гических процессов (пример). 23. Материальный баланс производства. Цели и задачи составления материального балан-са. Методика расчета материального баланса. 24. Особенности расчета материального баланса периодических и непрерывных произ-водств. 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 производ-ства. 29. Расчет и выбор вспомогательной аппаратуры (хранилищ, сборников, мерников, дози-рующих 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 фер-ментации. 35. Технологические схемы производства, принципы и правила их проектирования и графического отображения.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3.2. Курсовой проект**

Примерный перечень тем

1. 1. Ферментация бензилпенициллина 2. Ферментации феноксиметилпенициллина. 3. Получение ампициллина. 4. Ферментации тобрамицина. 5. Ферментации гентамицина. 6. Ферментации окситетрациклина. 7. Получение витамина В12. 8. Ферментация  $\beta$ -каротина. 9. Химическая очистка бензилпеннициллина. 10. Химическая очистки феноксиметилпенициллина. 11. Химическая очистки тобрамицина. 12. Выделение и химическая очистки окситетрациклина. 13. Выделение и химической очистки витамина В12. 14. Выделение и химической очистки эритромицина и его полусинтетических анало-

гов. 15. Химическая очистки  $\beta$ -каротина. 16. Выделения гентамицина. 17. Получение инсулина. 18. Получение L-лизина. 19. Получение рибофлавина. 20. Получение нистатина. 21. Получение олеандиамицина. 22. Получение гризеофульвина. 23. Получение биоспорина. 24. Получение лактобактерина. 25. Получение бифидумбактерина. 26. Получение колибактерина. 27. Биотрансформация стероидов. 28. Получение непротеиногенных L-аминокислот. 29. Получение аспартама. 30. Ферментативный катализ цефалозина. 31. Получение лимонной кислоты. 32. Получение вакцин. 33. Получение L-эуфлорина. 34. Получение клинического декстрана

#### 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 профорориентационная деятельность	Технология дебатов, дискуссий Технология проектного образования	ПК-2	З-6 У-6 У-7 П-6 П-7	Домашняя работа Курсовой проект Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа Экзамен
			ПК-9	З-1 З-2 З-3 У-1 У-2 У-3 П-1 П-2	