Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной деятельности
профессор _____ А.Б. Ходжаян
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	**Процессы и аппараты биотехнологии**
Направление подготовки	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Технология лекарственных препаратов
Форма обучения	заочная
Год начала подготовки	2020

Всего ЗЕТ	– 8
Всего часов	– 288
Из них:	
Аудиторные занятия	– 24
лекции	– 8
практические занятия	– 16
Самостоятельная работа	– 251
Контроль самостоятельной работы	–13
Промежуточная аттестация	
Зачет	7 семестр
Экзамен	8 семестр

г. Ставрополь, 2020

Рабочая программа разработана в соответствии со следующими документами:

– ФГОС ВО по направлению подготовки19.03.01 Биотехнология, утвержденный приказом Минобрнауки России от 11 марта 2015 года №193;

– основной образовательной программой по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденной Ученым советом университета, от 29.05 2020 года, протокол №10; приказом ректора от 29.05.2020 №405–ОД

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии 24 августа 2020 года, протокол № 1

И. о. зав. кафедрой В. И. Заерко

Одобрена методическим советом факультета гуманитарного и медико-биологического образования «31» августа 2020 года, протокол № 1

Председатель МС Н.К. Маяцкая

Согласована:
Декан факультета гуманитарного и медико-биологического образования Н.А. Федько

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии»: донести студентам основы анализа физико-химической сущности процессов биотехнологии, их механизма и оптимальных условий проведения, а также принципов устройства аппаратов и методик их расчета.

Задачи освоения дисциплины:

1.Формирование у студентов базовых знаний по классификации процессов для определения методик их расчета, методам их оптимизации

2.Обучение основным методам расчета каждого вида процессов биотехнологии, принципам устройства и расчета аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» (Б1.В. ОД.15) относится к основным дисциплинам вариативной части Блока 1 (Дисциплины) ОПОП, ее изучения осуществляется в 6 и 7 семестрах.

Содержательно-методическая взаимосвязь теоретических основ курса процессов и аппаратов с другими дисциплинами, предусмотренных стандартом.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими дисциплинами:

1. Математика (1,2,3 семестры)
2. Физика (1 семестр)
3. Физическая химия (4,5 семестры)
4. Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов (6 семестр)
5. Основы биотехнологии (5,6 семестры)

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для успешного освоения следующих дисциплин:

1. Технология вакцинных и диагностических препаратов (9 семестр)
2. Оборудование фармацевтических предприятий (9 семестр)
3. Биофармакология (10 семестр)
4. Фармакогнозия (9 семестр)

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды и содержание компетенций	Планируемые результаты обучения		
	Знать	Уметь	Владеть навыками
Профессиональные компетенции			
ПК-1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	1. Обосновывать необходимость соблюдения регламента технологического процесса 2.Описывать аппараты, устройства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	1.Оценивать биотехнологические системы, участвующие в технологическом процессе, в соответствие с регламентом 2. Использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов	1. Использования технических средств, процессов и аппаратов, для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции в соответствии с регламентом
ПК-2	1.Владеть теоретиче-	1.Характеризовать	1.Рассчитывать

Способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	скими основами расчета тепловых и массообменных биотехнологических процессов 2.Описывать порядок расчета производительности, кинетики сушки, теплового баланса, позволяющими реализовывать биотехнологический процесс и управлять им	биотехнологические системы и требования к ним, позволяющие реализовать биотехнологические процессы и управлять ими 2.Составлять уравнения теплоотдачи, теплопередачи 3.Расчитывать основные параметры аппаратов, обеспечивающих реализацию и управлению биотехнологическими процессами	материальный и энергетический балансы биотехнологического процесса, параметры аппаратов 2.Управлятьтепловыми и массообменными процессы, обеспечивающими реализацию биотехнологического производства

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Семестр	Наименование разделов дисциплины	Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем в часах, в том числе					Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа, в том числе консультации	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Клинические практические занятия		Групповые консультации	Самостоятельная работа
7	Раздел 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификация	2	8	–	–	–	–	–	76
7	Промежуточная аттестация: зачет	–	–	–	–	–	–	–	4
8	Раздел 2. Теоретические основы расчета тепловых и массообменных процессов	6	8	–	–	–	–	2	73
8	Раздел 3. Отдельные процессы и их аппаратурное оформление	–	–	–	–	–	–	2	68
8	Индивидуальное проектное задание	–	–	–	–	–	–	–	30
8	Промежуточная аттестация: зачет								
8	Промежуточная аттестация: экзамен (7 семестр)	–	–	–	–	–	9	2	7
	Итого по дисциплине:	8	16					**2**	**262**
	Часов 288 **Зач.ед. 8**	**24**					**264**		

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание разделов дисциплины

Код компетенции	Наименование раздела дисциплины (темы)	Содержание раздела (темы)
		7 семестр
ПК-1, ПК-2	Раздел 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификация	Цели и задачи предмета. Определение и характеристика процессов. Особенности процессов и аппаратов биотехнологии. Классификация процессов. Особенности процессов и аппаратов в фармацевтической промышленности. Кинетические основы микробиологических производств. Особенности ферментации. Особенности сушки. Особенности контроля качества. Общие кинетические зависимости при расчетах процессов. Основные виды биохимической деятельности микрообъектов. Математические модели биотехнологических процессов. Кинетические модели биотехнологических процессов. Этапы проектирования и расчетов процессов и аппаратов. Материальный и энергетический балансы процесса. Расчет кинетики процесса. Расчет основных параметров аппарата. Понятия о сопротивлении процессу. Интенсивности процесса. Кинетический коэффициент. Определения периодических, непрерывных и комбинированных процессов. Способ организации процесса. Кратность обработки сырья. Вид используемого сырья. Устройство и классификация биохимических реакторов. Особенности гидродинамических, тепловых, массообменных процессов в биотехнологии. Классификация реакторов по гидродинамическому режиму (структуре потоков). Классификация реакторов о конструкции. Реакторы с неподвижным слоем биокатализатора. Биореакторы типа барботажных колонн. Биореакторы с псевдоожиженным слоем катализатора. Реакторы с неподвижным слоем катализатора и со струйным течением жидкости. Этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах (ферментерах) Тип основной реакции, используемой в процессе. Особенности периодических, непрерывных и комбинированных процессов. Факторы определяющие периодичность и непрерывность процесса в реакторе. Вспомогательные операции технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах (ферментерах). Технология

		культивирования микроорганизмов. Технология культивирования микроорганизмов в покоящемся состоянии без аэрации. Периодические и хемостатные системы культивирования микроорганизмов. Характеристики эмульсий, пен, суспензии и аэрозолей. Характеристика конструкционных материалов для аппаратов: сталей, цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла.
8 семестр		
ПК-1, ПК-2	Раздел 2. Теоретические основы расчета тепловых и массообменных процессов	Теоретические основы расчета тепловых процессов и аппаратов. Основы расчета передачи тепла теплопроводностного и теплоотдачей. Определение коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи. Теплопередача конвенцией. Расчет обмена теплом между теплоносителями, разделенными стенкой. Коэффициент теплопередачи. Уравнения теплопередачи для разных форм стенок. Процессы нагревания, охлаждения и конденсации и их аппаратурное оформление. Процессы сушки, перегонки и экстрагирования и сорбции и их аппаратурное оформление. Процессы перемешивания и растворения в жидких средах и их аппаратурное оформление. Процессы отстаивания и центрифугирования и их аппаратурное оформление. Определение движущей силы теплового процесса в разных комбинациях потоков теплоносителей. Понятие теплового напора. Определение скорости теплового процесса. Характер изменения температур теплоносителя. и материала в зависимости от организации их взаимного перемещения. Расчет основных параметров теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса для каждого теплоносителя. Уравнение теплопередачи. Формула среднелогарифмического температурного напора при расчете теплообменников. Конструкторский расчет теплообменников. «Поверочный расчет» теплообменника. Расчет эффективности теплообменника. Общая характеристика массообменных процессов. Механизм массообмена в ходе экстрагирования и сорбции. Механизм массообмена в ходе хемосорбции. Движущая сила процессов сорбции. Кривая равновесия сорбционного процесса. Расчет массообменных процессов Рабочие линии и основные уравнения процессов сорбции. Выражения для коэффициентов массопередачи в ходе сорбции. Характеристика изотерм хемосорбции. Основные типы быстроходных перемешивающих устройств. Сущность критерия мощности

		при перемешивании. Установление явного вида критериальной зависимости критерия мощности от модифицированного критерия Рейнольдса. Расчет критерия мощности. Теоретические основы расчета процессов и перемешивания в жидких средах и разделения неоднородных сред. Уравнение фильтрования. Фактор разделения и индекс производительности отстойной центрифуги. Тепловой баланс и определение поверхности нагрева выпарной установки. Сущность процесса ректификации по t – x – y диаграмме.
ПК-1, ПК-2	Раздел 3. Отдельные процессы и их аппаратурное оформление	Расчет производительности отстойников. Классификация отстойников. Производительность отстойников. Поверхность осаждения. Расчет вертикальных отстойников. Расчет горизонтальных отстойников. Методы концентрирования и очистки при производстве вакцин. Адсорбционная хроматография. Мембранная адсорбционная хроматография. Гельхроматография. Механизм мембранных процессов. Классификация мембранных процессов. Пространственная организация биополимеров. Динамические свойства глобулярных белков. Электронные свойства биополимеров. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения. Виды сушилок, применяемых в биотехнологическом производстве. Устройство сушилок Кинетика сушки. Получение опытной зависимости влагосодержания и температуры материала от времени процесса сушки. Периоды сушки. Расчет процесса сушки их I-d диаграмме. Тепловой и материальный балансы ректификационной колонны. Технологические параметры. Материальный баланс. Тепловой баланс. Расчет теплового баланса колонны непрерывного действия. Особенности сублимационной сушки биотехнологической продукции. Процесс фильтрования и мембранные процессы и их аппаратурное оформление. Конструкции фильтров и материалы для фильтров в фармацевтической промышленности. Мембранные технологии. Сущность процессов микрофильтрации, ультрафильтрации и обратного осмоса, применяемых в биотехнологии. Стерильная фильтрация.

5.2. Лекции

№ раздела	Наименование лекции	Кол-во часов	Перечень учебных вопросов
7 семестр			
Раздел 1	1.Общие кинетические зависимости при расчетах процессов	2	1. Основные виды биохимической деятельности микрообъектов 2. Математические модели биотехнологических процессов 3. Кинетические модели биотехнологических процессов
Раздел 2	2.Теоретические основы расчета тепловых процессов и аппаратов	2	1. Основы расчета передачи тепла теплопроводностного и теплоотдачей 2. Определение коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи 3. Расчет обмена теплом между теплоносителями, разделенными стенкой. Коэффициент теплопередачи 4. Уравнения теплопередачи для разных форм стенок 5. Теплопередача конвенцией
	Итого за 7 семестр	**4**	
8 семестр			
Раздел 2	1.Расчет массообменных процессов	2	1. Движущая сила процессов сорбции. 2. Кривая равновесия сорбционного процесса. 3. Рабочие линии и основные уравнения процессов сорбции. 4. Выражения для коэффициентов массопередачи в ходе сорбции. 5. Характеристика изотерм хемосорбции.
Раздел 2	2.Теоретические основы расчета процессов и перемешивания в жидких средах и разделения неоднородных сред	2	1. Уравнение фильтрования 2. Фактор разделения и индекс производительности отстойной центрифуги 3. Тепловой баланс и определение поверхности нагрева выпарной установки 4. Сущность процесса ректификации по t – x – y диаграмме
	Итого за 8 семестр	**4**	
	Всего часов	**8**	

5.3. Семинары

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.5. Практические занятия

№ раздела	Тема занятия	Кол-во часов	Перечень учебных вопросов
7 семестр			
Раздел 1	1.Материальный и энергетический балансы процесса	2	1. Расчет кинетики процесса 2. Расчет основных параметров аппарата 3. Понятия о сопротивлении процессу 4. Интенсивности процесса 5. Кинетический коэффициент
Раздел 1	2.Особенности биотехнологических процессов	2	1. Особенности периодических, непрерывных и комбинированных процессов 2. Факторы определяющие периодичность и непрерывность процесса в реакторе 3. Особенности гидродинамических, тепловых и массообменных процессов процессов в биотехнологии
Раздел 1	3.Классификация биохимических реакторов	2	4. Классификация реакторов по гидродинамическому режиму (структуре потоков) 5. Классификация реакторов по конструкции 6. Устройство и принципы работы биохимических реакторов
Раздел 1	4.Характеристика конструкционных материалов для аппаратов: сталей, цветных металлов и сплавов	2	1. Сплавы на основе железа – чистое железо, стали, чугуны 2. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами 3. Цветные металлы и сплавы 4. Композиционные материалы с металлической матрицей
	Итого в 7 семестре	8 часов	
8 семестр			
Раздел 2	1.Процессы нагревания, охлаждения и конденсации и их аппаратурное оформление	2	1.Схемы основных видов теплообменных аппаратов 2. Характеристика процессов с изменением агрегатного состояния теплоносителей 3. Характеристика теплообменных процессов с различными комбинациями потоков теплоносителей 4. Методика определения коэффициентов теплоотдачи для различных типов теплообменных аппаратов

Раздел 2	2.Процессы сушки, перегонки и экстрагирования и сорбции и их аппаратурное оформление	2	1. Схемы основных аппаратов для сушки Принцип действия и устройство сублимированных сушилок 2. Схемы основных аппаратов для перегонки. 3. Схемы основных аппаратов для экстрагирования и сорбции 4. I-d диаграмма влажного воздуха
Раздел 2	3.Процессы перемешивания и растворения в жидких средах и их аппаратурное оформление	2	1. Основные методы перемешивания. 2. Конструкции аппаратов для перемешивания 3. Требования к процессам растворения в фармацевтической промышленности.
Раздел 2	4.Процессы отстаивания и центрифугирования и их аппаратурное оформление	2	1. Зависимость производительности отстойников от их геометрических параметров. 2. Принцип действия отстойников. Методы удаления осадков. 3. Конструкции отстойных центрифуг в фармацевтической промышленности
	Итого за 8 семестр	**8**	
	Всего часов	**16**	

5.6. Клинические практические занятия

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.7. Занятия с применением инновационных форм

№ п/п	Виды учебной работы (Л, ПЗ, КПЗ, С, ЛЗ)	Наименование занятий (темы лекций, семинаров, практических занятий и др.)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
1.	Л	1.Общие кинетические зависимости при расчетах процессов	Проблемная лекция	2
2.	Л	2.Теоретические основы расчета тепловых процессов и аппаратов	Лекция-беседа в условиях предприятия	2
3.	ПЗ	Особенности биотехнологических процессов	Круглый стол	2
4.	ПЗ	Характеристика конструкционных материалов для аппаратов: сталей, цветных металлов и сплавов	Круглый стол	2
	Всего 33,2 % интерактивных занятий от аудиторных			

5.8. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование темы дисциплины или раздела	Вид самостоятельной внеаудиторной работы обучающихся	Оценочное средство	Кол-во часов	Код компетенции(й)

	7 семестр				
1.	Раздел 1. Тема: Особенности биотехнологических процессов	Подготовка к «круглому столу»	Участие в «круглом столе»	10	ПК-1, ПК-2
2.	Раздел 1. Тема: Характеристика конструкционных материалов для аппаратов: сталей, цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла	Подготовка к «круглому столу»	Участие в «круглом столе»	10	ПК-1, ПК-2
3.	Раздел 1. 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификация	Самостоятельная работа с литературой	Вопросы для изучения	54	ПК-1, ПК-2
		Контроль самостоятельной работы	Собеседование	2	
	8 семестр				
5.	Раздел 2. Тема: Процессы сушки, перегонки и экстрагирования и сорбции и их аппаратурное оформление	Написание и подготовка к выступлению с докладом	Выступление с докладом	10	ПК-1, ПК-2
6.	Раздел 2. Теоретические основы расчета тепловых и массообменных процессов	Самостоятельная работа с литературой	Вопросы для изучения	63	ПК-1, ПК-2
		Контроль самостоятельной работы	Собеседование	2	
10.	Раздел 3. Тема: Материалы для фильтров в фармацевтической промышленности	Написание и подготовка к выступлению с докладом	Выступление с докладом	10	ПК-1, ПК-2
11.	Раздел 3. Отдельные процессы и их аппаратурное оформление	Самостоятельная работа с литературой	Вопросы для изучения	60	ПК-1, ПК-2
13.	Разделы 1-3	Подготовка к зачету	Вопросы для выполнения	4	ПК-1, ПК-2
15.	Разделы 1-3	Выполнение индивидуального проектного задания	Индивидуальное задание	30	ПК-1, ПК-2
16.	Разделы 1-3	Подготовка к зачету, экзамену, в том числе групповая консультация	Вопросы к экзамену Ситуационные задания	13	ПК-1, ПК-2
	Всего часов			**264**	

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

1.Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии»

2.Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» / Х.А. Купов. – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2015. – с.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Код компетенции	Семестр	Этап формирования
ПК-1	7,8	промежуточный
ПК-2	7,8	промежуточный

7.2 Описание показателей и критериев и шкал оценивания компетенций

Компетенция ПК-1 Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции

Оцениваемый результат (показатель)		Критерии оценивания	Процедура оценивания
Знает	Обосновывать необходимость соблюдения регламента технологического процесса	1.Анализирует суть математических и кинетических моделей биотехнологических процессов, обуславливающий регламент биотехнологической продукции	Собеседование
		2.Определяет порядок материального и энергетического баланса технологического процесса	Выступление с докладом
	Описывать аппараты, устройства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	1.Описывает особенности процессов и аппаратов биотехнологии, позволяющие определять свойства сырья и продукции	Собеседование
		2.Оценивает кратность обработки сырья и вид	Собеседование
		3.Описывает устройство и классификацию биохимических реакторов	Собеседование
Умеет	Оценивать биотехнологические системы, участвующие в технологическом процессе, в соответствие с регламентом	1.Характеризует этапы проектирования и расчетов процессов и аппаратов	Выполнение индивидуальных заданий (курсовая работа)
		2.Формулирует требования к вспомогательные операциям технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах	Участие в «круглом столе» Выступление с докладом
		3.Дает характеристику эмульсиям, пенам, суспензиями и аэрозолям, конструкционным материалам для аппаратов, мембранным	Участие в полемике Участие в «круглом столе»

		технологиям	
	Использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов	1.Определяет условия концентрирования и очистки при производстве вакцин методами адсорбционной хроматографии, мембранной адсорбционной хроматографии, гельхроматографии.	Выполнение индивидуальных заданий
		2.Рассчитывает тепловой и материальный балансы ректификационной колонны	Выполнение индивидуальных заданий
Владеет навыком	1. Расчета условий для реализации биотехнологических процессов, измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции в соответствии с регламентом	1. Проектирует и рассчитывает условия для оптимального течения биотехнологических процессов, использования сырья и производства продукции	Выполнение индивидуальных заданий (курсовая работа)

7.2 Описание показателей и критериев и шкал оценивания компетенций

Компетенция ПК-2 Способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами

Оцениваемый результат (показатель)		Критерии оценивания	Процедура оценивания
Знает	Владеть теоретическими основами расчета тепловых и массообменных биотехнологических процессов	1.Способен описать тепловые процессы, необходимые для реализации и управления биотехнологическими процессами	Участие в «круглом столе» Собеседование
		2.Дает оценку массообменным процессам, массопередаче в ходе процесса культивирования микроорганизмов	Решение проблемных задач Выступление с докладом
	Описывать порядок расчета производительности, кинетики сушки, теплового баланса, позволяющими реализовывать биотехнологический процесс и управлять им	1.Характеризует устройство сушилок	Участие в «круглом столе» Выполнение индивидуальных заданий
		2.Анализирует закономерности кинетики сушки	
		3.Определяет тепловой баланс ректификационной колонны	
Умеет	Характеризовать биотехнологические системы и требования к ним, позволяющие реализовать биотехнологические процессы и управлять ими	1. Анализирует условия реализации биотехнологических процессов и управления ими	Участие в полемике
		2.Рассчитывает кинетику процесса	Выполнение индивидуальных заданий
		3. Определяет показатели массообмена и массопередачи в ходе процесса глубинного культиви-	Решение проблемных задач

		рования микроорганизмов	
	Составлять уравнения теплоотдачи, теплопередачи	1.Использует основное уравнение теплоотдачи при расчетах	Выполнение индивидуальных заданий
		2.Ракрывает сущность коэффициента теплопередачи	
		3.Составляет уравнение теплопередачи при прямотоке и противотоке	
	Рассчитывать основные параметры аппаратов, обеспечивающих реализацию и управлению биотехнологическими процессами	1.Производит расчет производительности и необходимой поверхности отстойников	Выполнение индивидуальных заданий Выступление с докладом
		2.Характеризует стесненное осаждение	
		3.Определяет для реализации процесса типы и конструкции фильтров	
Владеет навыком	Рассчитывать материальный и энергетический балансы биотехнологического процесса, параметры аппаратов	1.Определяет аппаратурное оформление в соответствии с основными стадиями биотехнологического процесса	Выполнение индивидуальных заданий
		2.Соблюдает требования к разработке процессов и аппаратов в фармацевтической промышленности	Выполнение индивидуальных заданий
	Управлять тепловыми и массообменными процессами, фильтрацией, сушкой, обеспечивающими реализацию биотехнологического производства	1.Произведит расчеты теплопередачи, массообменных процессов	Выполнение индивидуальных заданий
		2. Определяет продолжительность цикла фильтрации, сушки	Участие в «Круглом столе»

Описание шкал оценивания

Успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации. Максимально возможный балл за текущий контроль устанавливается равным 5 баллов. Балл за работу в семестре формируется как среднее арифметическое за все виды работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Средний балл за экзамен формируется из следующих составляющих: оценка практических навыков и умений; собеседование по экзаменационным вопросам.

Шкала пересчета баллов по дисциплине при промежуточной форме аттестации по дисциплине, зачет

Балл	*Оценка*
от 2,5 до 5,0	«зачтено»
менее 2,5	«не зачтено»

Шкала пересчета баллов по дисциплине при промежуточной форме аттестации по дисциплине, экзамен

Балл	*Оценка*
от 4,5 до 5,0	«отлично»
от 3,5 до 4,5	«хорошо»

от 2,5 до 3,5	«удовлетворительно»
Менее 2,5	«неудовлетворительно»

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему, в ответе которого тесно увязываются теория с практикой. При этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу его излагающему, который не допускает существенных неточностей в ответе, правильно применяет теоретические положения при решении практических работ и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности изложения программного материала и испытывает трудности в выполнении практических навыков.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает ошибки, неуверенно выполняет или не выполняет практические работы.

Шкала оценок и критерии

Курсовая работа рассматривается как самостоятельный вид учебной работы и оценивается по 100-бальной рейтинговой шкале.

Для оценки курсовых работ используется следующая схема рейтингового расчета:

Раздел	Критерии	Рейтинговая оценка
1. Самостоятельность выполнения работы	Работа написана самостоятельно	15
	Работа носит частично самостоятельный характер	10
	Работа носит не самостоятельный характер	2
2. Содержание работы	Полностью соответствует выбранной теме	15
	Частично соответствует выбранной теме	10
	Не соответствует теме	2
3. Элементы исследования	Определены цели и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, показана история и теория вопроса	15
	Определены цели и задачи исследования, не четко определены объект и предмет исследования, частично показана история и теория вопроса	10
	Не определены цели и задачи исследования, не сформулированы объект и предмет исследования, не показана история и теория вопроса	2
4. Цитирование и наличие ссылочного материала	Достаточно	10
	Частично	5
	Не использовались	2
5. Наличие собственных выводов, рекомендаций и предложений, собственной позиции и ее аргументации	Да	15
	Нет	2

6. Оформление работы	Соответствует полностью требованиям	10
	Соответствует частично требованиям	5
	Не соответствует требованиям	2
7. Библиография по теме работы	Актуальна и составлена в соответствии с требованиями	10
	Актуальна и частично соответствует требованиям	5
	Не соответствует требованиям	2
8. Оценка на защите	Владеет материалом	10
	Частично владеет материалом	5
	Не владеет материалом	2

Сумма баллов составляет рейтинговую оценку выполнения курсовой работы и составляет от 16 до 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам для оценивания курсовой работы.

Рейтинговая оценка (в баллах)	Оценка по пятибалльной шкале
90-100	«отлично» (5)
75-89	«хорошо» (4)
60-74	«удовлетворительно» (3)
менее 60	«неудовлетворительно» (1-2)

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Зачет в 7 семестре выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости. Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Оценка за экзамен выставляется с учетом: промежуточной аттестации, результатов собеседования и оценки практических навыков во время экзамена.

7.3.2. Вопросы для собеседования (экзаменационные вопросы)

1. Особенности процессов и аппаратов в фармацевтической промышленности Кинетические основы микробиологических производств
2. Общие кинетические зависимости при расчетах процессов
3. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов
4. Этапы проектирования и расчетов процессов и аппаратов
5. Расчет кинетики материального и энергетического баланса процесса
6. Расчет основных параметров аппарата
7. Кратность обработки и вид используемого сырья
8. Устройство и классификация биохимических реакторов
9. Этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах (ферментерах)
10. Особенности периодических, непрерывных и комбинированных процессов
11. Вспомогательные операции технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах (ферментерах)
12. Технология культивирования микроорганизмов

13. Технология культивирования микроорганизмов в покоящемся состоянии без аэрации
14. Периодические и хемостатные системы культивирования микроорганизмов.
15. Характеристики эмульсий, пен, суспензии и аэрозолей
16. Характеристика конструкционных материалов для аппаратов: сталей, цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла
17. Теоретические основы расчета тепловых процессов и аппаратов
18. Процессы нагревания, охлаждения и конденсации и их аппаратурное оформление
19. Процессы сушки, перегонки и экстрагирования и сорбции и их аппаратурное оформление
20. Процессы перемешивания и растворения в жидких средах и их аппаратурное оформление
21. Процессы отстаивания и центрифугирования и их аппаратурное оформление
22. Расчет основных параметров теплообменных аппаратов
23. Общая характеристика массообменных процессов
24. Основные типы быстроходных перемешивающих устройств
25. Теоретические основы расчета процессов и перемешивания в жидких средах и разделения неоднородных сред
26. Расчет производительности отстойников
27. Методы концентрирования и очистки при производстве вакцин
28. Пространственная организация биополимеров
29. Динамические свойства глобулярных белков
30. Электронные свойства биополимеров
31. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез
32. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения
33. Виды сушилок, применяемых в биотехнологическом производстве
34. Устройство сушилок
35. Кинетика сушки
36. Получение опытной зависимости влагосодержания и температуры материала от времени процесса сушки
37. Периоды сушки Расчет процесса сушки их I-d диаграмме
38. Тепловой и материальный балансы ректификационной колонны
39. Технологические параметры
40. Материальный баланс
41. Тепловой баланс
42. Расчет теплового баланса колонны непрерывного действия
43. Особенности сублимационной сушки биотехнологической продукции
44. Процесс фильтрования и мембранные процессы
45. Конструкции фильтров и материалы для фильтров в фармацевтической промышленности
46. Мембранные технологии
47. Сущность процессов микрофильтрации, ультрафильтрации, применяемых в биотехнологии
48. Сущность процессов обратного осмоса, применяемых в биотехнологии
49. Аппаратурное оформление процессов фильтрования и мембранных процессов
50. Стерильная фильтрация

7.3.2.Задания для оценивания практических навыков, ситуационные задачи

Код (ы) компетенции (компетенций)	Формулировка задания
ПК-1, ПК-2	1.Для эффективного проведения биотехнологического процесса

	большое значение имеет питательная среда, в которой микроорганизмы-продуценты БАВ используют в качестве источника азота различные азотсодержащие соединения, содержащие аминный азот или ионы аммония. Какие условия проведения ферментации по источнику азота при получении антибиотиков будут являться оптимальными? Ответ: Аммоний и другие легкоутилизируемые источники азота подобно легкоокисляемым углеводам усиливают рост продуцентов беталактамных, полиеновых антибиотиков (эритромицина, рифамицинов и др.), но отрицательно влияют на их биосинтез. Соевая и хлопковая мука, БВК (белково-витаминный концентрат) медлен- но расщепляются в процессе ферментации, Т.е. из них медленно высвобождаются аминокислоты и ионы аммония, поэтому их используют в качестве компонентов питательных сред, что позволяет получать высокий выход антибиотиков. У продуцентов бета-лактамов механизм отрицательного действия легкоусвояемых источников азота на биосинтез антибиотиков связан с уровнем глутаминсинтетазы в мицелии. Известно, что глутамин является донором аминогрупп для ряда аминокислот, а сами аминокислоты, в свою очередь, являются предшественниками беталактамных антибиотиков. Вероятно, что у разных продуцентов механизм этого действия на биосинтез различен. В любом случае неблагоприятное действие легкоусвояемых источников азота на биосинтез обязательно учитывается при подборе сред, а также осуществляется контроль количества таких соединений.
ПК-1, ПК-2	В биотехнологическом производстве лекарственных средств большое значение имеет питательная среда. Предложите оптимальную питательную среду в биосинтезе антибиотиков. Ответ: Интенсивному биосинтезу антибиотика способствует значительное уменьшение в среде источников углерода и азота, особенно легко усваиваемых. Происходит дерепрессия ферментов синтеза антибиотика. Однако выращивание продуцентов с самого начала ферментации на обедненных средах нецелесообразно, так как незначительное накопление биомассы ведет, в конечном счете, и к незначительному накоплению антибиотика малым количеством клеток продуцента. Поэтому вместо легко усваиваемых источников углерода используют медленно утилизирующиеся полисахариды (крахмал и др.) и лактозу, которые оказывают незначительное влияние на интенсивность биосинтеза.
ПК-1, ПК-2	При получении БАВ рост каллусной ткани в процессе ферментации осуществляется в несколько этапов. В какой фазе необходимо стимулировать активность клеток? Ответ. Каллусная ткань – один из видов клеточной дифференцировки, возникает путем неорганизованной пролиферации дедифференцированных клеток органов растения. Одним из важнейших гормонов, применяемых в начальных фазах культивирования каллуса in vitro является ауксин, который активирует деление и растяжение клеток. Предполагается, что поступление ауксина в клетку способствует усилению секреции кислых гидролаз и полисахаридов, необходимых для дальнейшего роста клеточных стенок. Все это приводит к значительному ускорению темпов размножения клеток. В цикле выращивания каллусной ткани клетки после ряда делений приступают к ро-

	сту растяжением, дифференцируются как зрелая каллусная ткань и деградируют. Для того, чтобы не произошло старения, утраты способности к делению и дальнейшему росту, а также отмирания каллусных клеток, первичный каллус переносят на свежую питательную среду через 28-30 дней, то есть проводят пассирование или субкультивирование каллусной ткани.

7.3.3. Формулировка задания и тема курсовых работ

1. Расчет ресурса патронного фильтра для стерильной фильтрации инфузионных растворов
2. Расчет геометрических параметров ротора отстойной центрифуги
3. Расчет отстойника
4. Разработка аппаратурного оформления процесса ферментации
5. Разработка аппаратурного оформления процессов подготовки сред для ферментации
6. Расчет перемешивающего устройства
7. Расчет теплообменника для стерилизации питательных сред для глубинного культивирования
8. Расчет процесса концентрирования раствора методом вымораживания устройства ферментатора
9. Разработка аппаратурного оформления для ионообменного процесса
10. Разработка аппаратурного оформления процесса сублимационной сушки
11. Расчет однокорпусного выпарного аппарата

7.3.4. Контрольные работы

Данный вид работы не предусмотрен учебным планам

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание сформированности компетенции осуществляется на практических занятиях в ходе текущего контроля в 7 и 8 семестрах. При изучении данной дисциплины предусмотрено проведение 8 лекционных и 16 практических занятий.

Фонд кафедральных контрольных заданий включает тестовые задания, ситуационные задачи по изучаемой дисциплине. Сложность контрольных заданий соответствует содержанию рабочих программ. Текущий контроль знаний студентов проводится в ходе практических занятий.

Зачет выставляется при условии выполнения студентом всех заданий и отсутствия пропусков..

Экзамены проводятся в рамках экзаменационной сессии в сроки, установленные в соответствии с графиком учебного плана. Экзамен проводится в форме устного опроса по заранее утвержденным экзаменационным билетам, включающим два вопроса и одну ситуационную задачу. Экзамен (зачет) проводится в указанное в расписании время и в отведенной для этого аудитории.

Необходимые документы во время приема экзамена:

1) программа учебной дисциплины;

2) экзаменационные билеты или вопросы письменных экзаменов, подписанные заведующим кафедрой;

3) экзаменационная ведомость соответствующей студенческой группы;

4) зачетная книжка студента.

В результате экзамена преподаватель выставляет в ведомость и зачетную книжку оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». Отметка «неудовлетворительно» проставляется только в ведомость. В случае неявки или недопуска в ведомости производится соответствующая запись.

По каждому виду работы разработаны методические рекомендации по их выполнению и указаны критерии оценивания. Ознакомиться с данными материалами можно на сайте кафедры: http://stgmu.ru/?s=academy&k=chairs&id=69.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Гаврилов А.С. Фармацевтическая технология. Изготовление лекарственных препаратов [Текст]: учеб.для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.С. Гаврилов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 624 с. (25 экз.)
2. Биотехнология: Теория и практика [Текст]: учеб.пособие / [Н.В. Загоскина и др.]; под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко – М.: Оникс, 2009. – 496 с. (25 экз.)
3. Фармацевтическая технология. Технология лекарственных форм [Электронный ресурс]: учеб. / [И.И. Краснюк др.]; под ред. И.И. Краснюка, Г.В. Михайловой – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 656 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435274.html

4. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология [Текст]: учеб.для студентов мед. вузов / Под ред. А.А. Воробьева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Мед. информ. агенство (МИА), 2008. – 704 с. (2 экз.)
5. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. В.А. Быкова, А.В. Катлинского – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 432 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434352.html

6. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. [Электронный ресурс]: учеб.в 2-х томах. Том 1 / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016.–.448 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436417.html

7. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. [Электронный ресурс] : учеб.в 2-х томах. Том 2. / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016.–.480 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436424.html

Дополнительная литература:

1. Джей Дж.М. Современная пищевая микробиология [Текст]: пер. 7-го англ. изд. / Дж.М. Джей, М.Дж. Лесснер, Д.А. Гольден. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 886 с. (5 экз.)
2. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств [Текст]: учеб.пособие / Н.Б. Градова., Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 136 с. (5 экз.)
3. Газит Э. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития [Текст]: учеб. / Э. Газит; пер. с англ. А.Е. Соловченко; науч. ред. Н.Л. Клячко. – М.: Научный мир, 2011. – 152 с. (5 экз.)
4. Биосовместимые материалы [Текст]: учеб. пособие / Под ред. В.И. Севастьянова, М.П. Кирпичникова. – М.: МИА, 2011. – 544 с. (11 экз.)

5. Фрешни Р.Я. Культура животных клеток [Текст]: практ. рук. / Р.Я. Фрешни; пер. 5-го анг. изд. Ю. Н. Хомякова, Т.И. Хомяковой. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 691 с. (5 экз.)

Хрусталев Б. М.Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий [Электронный ресурс] / Хрусталев Б. М. - М : Издательство АСВ, 2016. – 558 с. – Режим доступа:http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301727.html

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт по биотехнологии. – режим доступа: http://www.biotechnolog.ru/map.htm
2. Сайт по биотехнологии. – Режим доступа: http://www.biotechno.ru
3. Интернет-ресурсы по биотехнологии. – Режим доступа: http://kineziolog.bodhy.ru/content/biotekhnologiya
4. Материалы по учебному курсу Биотехнология. режим доступа: biotechnolog.ru/
5. Биотехнология органических кислот и белковых препаратов: Учебное пособие. – /window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=27329
6. Биотехнология / Т. Г. Волова. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с. Режим доступа: window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=9435
7. Биотехнология производства волокон. – Режим доступа: vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/NATURE/SPIDER.HTM .
8. Сайт Общества биотехнологов России. – Режим доступа: www.biorosinfo.ru/press/chto-takoe-biotekhnologija/
9. Научно-образовательный портал. Методология образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://obraz.mmk-mission.ru/. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.05.2014)
10. Биомедицинский журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.medline.ru – содержит авторитетную медицинскую информацию области медицины и биомедицинских исследований. – Загл. с экрана (дата обращения: 2.07.2014)
11. Учебник по биотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: biotechnolog.ru. – Загл. с экрана (дата обращения: 8.07.2014)
12. Интернет-портал по биотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bio-x.ru/ . – Загл. с экрана (дата обращения: 8.07.2014)

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По каждому виду работы разработаны методические рекомендации по их выполнению и указаны критерии оценивания. Ознакомиться с данными материалами можно:

- на кафедре биотехнологии;
- в электронном виде на сайте кафедры.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При чтении лекций используется компьютерная техника для демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

Используемые информационные технологии:

1. Сбор, хранение, систематизация учебной и научной информации;
2. Обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
3. Подготовка, конструирование и презентация итогов аналитической деятельности;

4. Самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;

5. Использование электронной почты преподавателя и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем, проведения индивидуальных консультаций.

11.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При освоении данной дисциплины специального программного обеспечения не требуется.

Для подготовки к занятиям обучающийся может воспользоваться материалами, размещенными в ЭБС «Консультант студента»:

1. Фармацевтическая технология. Технология лекарственных форм [Электронный ресурс]: учеб. / [И.И. Краснюк др.]; под ред. И.И. Краснюка, Г.В. Михайловой – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 656 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435274.html
2. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. В.А. Быкова, А.В. Катлинского – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 432 с. – Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434352.html

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

1. Аквадистилятор электрический PHS AQVA
2. Бокс для ПЦР – Анализа UVT – B - AR
3. Весы аналитические ВСЛ – 200/0,1 А
4. Инкубатор Covatutto S4 Digitale Automatica на S4 яйца
5. Мешалка магнитная MM - SM
6. Микроскоп Микромед 2 вариант 2-20
7. Микроскоп стереоскопический панкратический МС-2 Zoom
8. Насос вакуумный 2 НВР – SДМ1
9. pH-метр стац HI 2210, pH/mB/C - метр
10. pH/окси – метр HI портативный, без проверки
11. Стерилизатор паровой автомат с возможностью выбора режимов стерилизации ГКа-25 ПЗ
12. Ультразвуковая мойка Elmasonik S10H (0,8л) с нагревом
13. Центрифуга медицинская лабораторная «Armed»
14. Шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ
15. Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ
16. Бокс абактериальный воздушной среды БАВ – «Ламинар-с»-1,2
17. Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340 «POZIS»
18. Термостат программируемый для проведения ПЦР – анализа четырехканальный ТП4-ПЦР-01-«Терцик»
19. Лиофильная сушка Va Co2
20. Испаритель ротационный HP-1ЛТ
21. Перемешивающее устройство LOIP LS-120 (ЛАБ – ПУ-02)
22. Блендер BL 1500