

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Основы биотехнологических производств	Код модуля 1132114
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	Биотехнология
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.03.2015, № 193

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Безматерных Максим Алексеевич	доцент, к.х.н.	доцент	Технологии органического синтеза	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института
Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от 10 октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Руководитель направления подготовки 19.03.01 – Биотехнология (образовательной программы, далее – ОП), для которого реализуется модуль

М.А. Безматерных

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «Основы биотехнологических производств»

1.1. Объем модуля, 15 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля.

Данный модуль относится к профессиональной части ОП, к модулям по выбору студентов. Биологические технологии обеспечивают управляемое получение полезных продуктов для различных сфер человеческой деятельности и базируются на использовании потенциала различных биологических агентов и систем, называемых в биотехнологии биообъектами: микроорганизмов, вирусов, растительных и животных клеток и тканей, а также внеклеточных веществ и компонентов клеток. Изучаются основные методы получения, хранения и изучения биообъектов, рассматриваются процессы их метаболизма, направленного на получение продуктов биосинтеза и биотрансформации. Подробно изучаются влияние состава питательных сред и условий культивирования на рост и образование продуктов. Детально излагаются материалы, касающиеся генетики, геной инженерии и принципов селекции промышленных микроорганизмов. Рассматривается использование ионообменной и аффинной сорбции, мембранных технологий, вопросы создания стерильных условий на заключительных этапах производства, а также примеры выделения антибиотиков, белковых препаратов, органических кислот. В ходе изучения приобретаются практические навыки по направленному синтезу первичных и вторичных метаболитов.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС)	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
<i>По очной форме обучения</i>									
1. (ВС) Методы выделения биотехнологических продуктов	7	17	17	17	51	57	Зачет, 4	108	3
2. (ВС) Методы получения промышленных штаммов продуцентов	7	17	17	17	51	57	Зачет, 4	108	3
3. (ВС) Структура биотехнологических производств	6	34	17		51	57	Экзамен, 18	108	3
4. (ВС) Теоретические основы биотехнологии	7	34	17	34	85	95	Экзамен, 18	180	5
5. (ВС) Проект по модулю	7					36		36	1
Всего на освоение модуля		102	68	68	238	302	44	540	15

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС)	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.	
<i>По заочной форме обучения</i>										
1.	(ВС) Методы выделения биотехнологических продуктов	7	8	4	4	16	92	Зачет, 4	108	3
2.	(ВС) Методы получения промышленных штаммов продуцентов	8	6	6	6	18	90	Зачет, 4	108	3
3.	(ВС) Структура биотехнологических производств	7	8	10		18	90	Экзамен, 18	108	3
4.	(ВС) Теоретические основы биотехнологии	8	10	4	12	26	154	Экзамен, 18	180	5
5.	(ВС) Проект по модулю	8					36		36	1
Всего на освоение модуля			32	24	22	78	462	44	540	15

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Структура биотехнологических производств; Теоретические основы биотехнологии; Методы получения промышленных штаммов продуцентов; Методы выделения биотехнологических продуктов
3.2.	Кореквизиты	Теоретические основы биотехнологии; Методы получения промышленных штаммов продуцентов; Методы выделения биотехнологических продуктов

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения (РО), которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
19.03.01/01.01	<p>РО-О3. Применять естественно-научные, математические и инженерные знания и понимания принципов физических, химических и физико-химических процессов и явлений в практической деятельности</p> <p>РО-В-2. Выбирать оптимальный режим проведения биотехнологического процесса и технологии с учетом экологических последствий их применения, а также средства измерения, контроля и анализа технологических и микробиологических параметров</p>	<ul style="list-style-type: none"> • способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7); • способностью применять базовые знания в области естественных и технических наук при планировании и проведении экспериментальных исследований, используя современные биологические, химические и физико-химические методы и инструментальные средства для идентификации биообъектов и биологически активных веществ (ДПК-1-ТОП1-ТОП2); • владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2); <ul style="list-style-type: none"> • способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8); • владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9); • владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10); • обладание навыками организации проведения биотехнологического процесса с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии, а также комплексного их применения (ДПК-2-ТОП1-ТОП2); • владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2); • обладание навыками применения типовых технологических схем и модульных установок для производства широкого спектра продуктов биоорганического синтеза, их биотрансформации и стабилизации (ДПК-4-ТОП1); • владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмене, принципах масштабирования и моделирования биотехнологических процессов (ДПК-5-ТОП1)\$ • способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-8	ПК-9	ПК-10	ДПК-1- ТОП1-ТОП2	ДПК-2- ТОП1-ТОП2	ДПК-3- ТОП1-ТОП2	ДПК-4-ТОП1	ДПК-5-ТОП1
1	(ВС) Структура биотехнологических производств				+	+		+	+
2	(ВС) Теоретические основы биотехнологии					+	+		+
3	(ВС) Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов	+	+	+		+	+		+
4	(ВС) Методы выделения биотехнологических продуктов	+	+	+				+	+
5	(ВС) Проект по модулю				+	+	+	+	+

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Выполнение и защита проекта по модулю

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
«Основы биотехнологических производств»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю [список].

1. Ферментативное получение L-триптофана.
2. Ферментативное получение L-аспарагиновой кислоты.
3. Микробиологическое получение L-лизина.
4. Ферментативное получение L-лизина.
5. Химико-ферментативное получение L-триптофана.
6. Микробиологическое получение L-триптофана.
7. Биосинтез L-изолейцина.
8. Производство этанола (из древесины).
9. Производство кормовых дрожжей.
10. Производство этанола из крахмалсодержащего сырья.
11. Биосинтез пропионовой кислоты.
12. Производство молочной кислоты.
13. Производство лимонной кислоты методом поверхностного жидкофазного культивирования.
14. Производство лимонной кислоты методом глубинного культивирования.
15. Производство уксуса.
16. Микробиологическое получение β -каротина
17. Получение препаратов витамина B₁₂.
18. Микробиологическое получение рибофлавина.
19. Получение актиномицина.
20. Получение тобрамицина сульфата.
21. Микробиологический способ получения хлорамфеникола.
22. Получение эритромицина.
23. Получение бензилпенициллина.
24. Получение цефалоспорины.
25. Получение канамицина.
26. Получение окситетрациклина.
27. Производство гентамицина сульфата.
28. Биосинтез альгиновой кислоты.
29. Получение клинического декстрана.
30. Получение α -амилазы.
31. Производство пива.
32. Производство безалкогольного пива.
33. Производство шампанского.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основы биотехнологических производств	Код модуля 1132114
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Безматерных Максим Алексеевич	доцент, к.х.н.	доцент	технологии органического синтеза	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от 10 октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Курс «Теоретические основы биотехнологии» входит в вариативную часть образовательной программы по выбору студента по направлению «Биотехнология» (траектории «Биотехнология»).

Для освоения данного курса необходимы базовые знания и практические навыки, которые студенты должны получить по неорганической, аналитической, органической и физической химии при освоении следующих модулей: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Естественнонаучные основы профессиональной деятельности» и «Современный курс физической химии и химии БАВ», «Живые системы».

Биологические технологии обеспечивают управляемое получение полезных продуктов для различных сфер человеческой деятельности. Эти технологии базируются на использовании потенциала различных биологических агентов и систем – микроорганизмов, вирусов, растительных и животных клеток и тканей, а также внеклеточных веществ и компонентов клеток.

Дисциплина посвящена изучению общих закономерностей кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма. Подробно изучаются влияние состава питательных сред и условий культивирования на рост и образование продуктов. В ходе изучения приобретаются практические навыки по направленному синтезу первичных и вторичных метаболитов. Детально излагаются материалы, касающиеся обмена веществ у микроорганизмов и, особенно те процессы, которые лежат в основе биопроизводства. Большое внимание уделяется процессам моделирования и масштабирования биотехнологических производств.

Полученные студентами при изучении курса «Теоретические основы биотехнологии» знания, умения и навыки в дальнейшем обеспечат успешное усвоение материала по курсам специальных дисциплин, таких как «Промышленная биотехнология», «Основы медицинской биотехнологии».

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом освоения дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- обладание навыками организации проведения биотехнологического процесса с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии, а также комплексного их применения (ДПК-2-ТОП1-ТОП2);
- владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2);
- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмене, принципах масштабирования и моделирования биотехнологических процессов (ДПК-5-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- молекулярный инструментарий генной инженерии, изменчивости микроорганизмов, основ селекции микроорганизмов;
- основы взаимосвязи процессов анаболизма и катаболизма, пути и методы направленного синтеза первичных и вторичных метаболитов;
- основные принципы организации биотехнологического производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы асептики;

- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах;
- кинетику роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма, методах культивирования, лимитирующих и ингибирующих факторах роста.

Уметь:

- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы;
 - определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
 - выбрать рациональную схему биотехнологического производства, заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
 - рассчитывать основные характеристики биотехнологического процесса;
 - разрабатывать аппаратные и технологические схемы биопроизводств с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования;
- оценивать, выбирать и использовать различные технологии разработки биотехнологических процессов и автоматизированных систем управления ими.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- в области очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- в расчетах и анализе процессов в биореакторах;
- в работе с микроорганизмами;
- в моделировании и масштабировании биотехнологического процесса.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	85	85	85
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	95	12,75	95
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180		180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	8
1.	Аудиторные занятия	26	26	26
2.	Лекции	10	10	10
3.	Практические занятия	4	4	4
4.	Лабораторные работы	12	12	12
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	154	3,9	154
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180		180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Основные принципы регуляции микробного метаболизма	Классификация продуктов метаболизма. Контроль роста микробной культуры и экспрессия генов. Принципы метаболической регуляции. Ингибирование ферментативной активности конечным продуктом. Ингибирование по принципу обратной связи. Регуляция скорости синтеза ферментов через репрессию (подавление синтеза) и индукцию (увеличение скорости синтеза) конечным продуктом. Катаболитная репрессия. Индуцибельные ферменты. Роль внутри- и внеклеточных ферментов. Мутационные дефекты метаболической регуляции. Ауксотрофные и регуляторные мутанты. Конститутивные ферменты. Контроль клеточного метаболизма и эффекты проницаемости мембран. Пассивная, факультативная, обменная диффузия. Групповое перемещение, сопряженный и активный транспорт. Дефекты проницаемости клеточных мембран. Регуляторы проницаемости. Способы преодоления барьера проницаемости.
P2	Методы культивирования. Регулирование и оптимизация культивирования	Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза. Исследование динамики роста периодической культуры. Цикл развития и кривая роста периодической культуры. Периодические методы культивирования микроорганизмов: статические (на плотной и жидкой средах), динамические (перемешивание с при помощи качалки, барботажа, мешалки), продленные (методы диализа, подпитки, отъемно-доливной). Непрерывное культивирование микроорганизмов. Процессы полного вытеснения и полного смешения, их достоинства и недостатки, примеры промышленного использования. Хемостатное культивирование. Теория хемостатного культивирования. Варианты хемостатного культивирования: одностадийный и двухстадийный. Турбидостаточный метод культивирования. Аппаратурное оформление и техника хемостатного культивирования. Преимущества и особенности хемостатного регулирования при изучении физиологии микроорганизмов.

P3	Количественные характеристики микроорганизмов	Скорость роста. Экономический и метаболический коэффициенты. Затраты на поддержание жизни без размножения. Уравнение Моно для кинетики клеточного роста. Субстратная константа. Константа ингибирования. Управляемое культивирование микроорганизмов.
P4	Стехиометрия клеточного роста и образования продуктов метаболизма	<p>Принципы термодинамики. Катаболизм углерода. Дыхание Цикл трикарбоновых кислот. Дыхательная цепь. Фотосинтез. Продукты анаэробного метаболизма. Общая стехиометрия клеточного роста. Состав среды и коэффициенты выхода. Материальный баланс и клеточный рост. Стехиометрия образования продуктов метаболизма.</p> <p>Стехиометрия энергетического обмена. Оценка выделяющейся теплоты и соответствующих экономических коэффициентов.</p>
P5	Кинетика катализируемых ферментами реакций	<p>Фермент-субстратные комплексы и механизм действия ферментов. Строение ферментов: активный и аллостерический центры. Эффекты сближения и ориентации. Индуцированное соответствие фермента и субстрата. Кинетика простых ферментативных реакций с одним и двумя субстратами. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Квазиравновесное состояние. Определение параметров в уравнении Михаэлиса-Ментен. Кинетика обратимых реакций с двумя субстратами и с активацией фермента кофактором. Активация и ингибирование ферментов субстратами. Субстратное ингибирование. Регуляция ферментативной активности. Механизм обратной регуляции ферментативной активности. Субстратные аналоги. Аллостерическая регуляция. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Факторы, влияющие на ферментативную активность: температура, рН, химические и физические агенты. Инактивация ферментов. Механизмы денатурации белка и сопутствующие эффекты. Моделирование и кинетика процессов инактивации. Методы стабилизации ферментов. Ферментативные реакции в гетерогенных системах. Технологические процессы с участием иммобилизованных ферментов. Иммобилизация ферментов: физическая адсорбция, ионное связывание. Носители природного и синтетического происхождения. Методы ковалентного связывания ферментов с носителями. Методы включения в гели.</p>
P6	Масштабирование процессов ферментации	<p>Постановка задачи масштабирования. Подход к масштабированию на основании концентрации растворенного кислорода. Профили изменения концентрации растворенного кислорода с условиями массопередачи. Другие критерии масштабного перехода.</p>
P7	Утилизация субстратов клетками как основа управления процесса биосинтеза	<p>Метаболизм <i>n</i>-алканов. Значение углеводов как субстратов. Потребление и транспорт <i>n</i>-алканов. Начальное окисление молекул <i>n</i>-алканов: с и без участия цитохрома, образование алкилгидропероксидов, эпексидирование и гидротация. Роль индуцибельных ферментов. Терминальное и субтерминальное окисление <i>n</i>-алканов. Состав питательных сред с <i>n</i>-алканами. Метаболизм метана</p>

		<p>и метанола. Метилотрофные микроорганизмы. Генерация энергии. Окисление метана C_1-утилизирующими микроорганизмами. Окислительные пути метаболизма метанола в бактериях и дрожжах. Ассимиляция источника углерода: сериновый путь и рибулозомонофосфатный цикл. Ростовая модель на C_1-источниках. Метаболизм этанола. Роль этанола как источника углерода и энергии. Двухступенчатое окисление этанола. Метаболизм водородоксиляющих бактерий.</p>
P8	<p>Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов</p>	<p>Микробный синтез аминокислот и его регуляция. Биосинтетические пути образования различных семейств аминокислот. Накопление аминокислот ауксотрофными и регуляторными мутантами. Влияние биосинтетических предшественников. Ферментативная конверсия субстратов в аминокислоты. Ферментативное разделение рацемических производных аминокислот. Микробиологическое и химико-энзиматическое получение органических кислот.</p> <p>Бродильные процессы получения молочной и пропионовой кислот. Окислительные процессы: получение уксусной, лимонной, глюконовой, итаконовой кислот (состав питательных сред, продуценты, активаторы и ингибиторы процессов). Химико-энзиматическое получение L-яблочной кислоты</p> <p>Направленный синтез спиртов и кетонов. Спиртовое брожение. Характеристики продуцентов этанола. Состав питательных сред, схемы получения. Попутные производств. Целенаправленное получение хлебопекарных дрожжей. Ацетонобутиловое брожение. Биосинтез ацетона и бутанола: состав питательных сред, продуценты, роль минорных компонентов, отходы производства.</p> <p>Микробиологический синтез витаминов. Получение рибофлавина, витамина B_{12}, каротиноидов: состав питательных сред, продуценты, использование методов селекции, создание биотехнологических опросов на основе генетически модифицированного штаммов.</p> <p>Регуляция образования ферментов как конечных продуктов. Продуценты ферментов. Фенотипическая оптимизация биосинтеза ферментов. Генотипическая оптимизация синтеза ферментов. Применение мутантов с конститутивным синтезом, нечувствительных к репрессии конечным продуктом, резистентных к катаболитной репрессии и с искусственной дозировкой генов.</p> <p>Микробиологические методы получения липидов. Биосинтез жирных кислот. Получение триацил- и диацилглицеридов: продуценты, состав питательных сред, условия культивирования. Биосинтез фосфоглицеридов.</p> <p>Продуцирование антибиотиков и их модификация. Метаболические связи между первичными и вторичными обменами. Биосинтез антибиотиков и других вторичных метаболитов из ароматических промежуточных соединений (путь шикимовой кислоты). Трофофаза и идиофаза во вторичном метаболизме. Влияние предшественников на синтез антибиотиков. Разветвленные пути метаболизма.</p>

		<p>Энзиматическая модификация микробных антибиотиков. Получение экстрацеллюлярных полисахаридов. Трансформация углеводов в полисахариды под действием микробных ферментов. Механизм биосинтеза гомо- и гетерополисахаридов. Применение экстрацеллюлярных полисахаридов.</p> <p>Получение углеводного сырья путем биоконверсии растительных материалов.</p>
--	--	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

По очной форме обучения, 7 семестр

Объем дисциплины (зач. ед.): 5

Объем модуля (зач. ед.): 15

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (количество)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (количество)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)										
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Дом. работа на иностр. языке	Перевод инояз. литературы			Курсовая работа	Курсовой проект	Всего (час.)	Контрольная работа	Коллоквиум					
P1	Основные принципы регуляции микробного метаболизма	10,4	6	4	2		4,4	2,4	1,6	0,8													2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
P2	Методы культивирования. Регулирование и оптимизация культивирования	20,6	12	4	2	6	8,6	4,6	1,6	0,8	2,2													4						2			
P3	Количественные характеристики микроорганизмов	11,6	4	2	2		7,6	1,6	0,8	0,8				6	1																		
P4	Стехиометрия клеточного роста и образования продуктов метаболизма	23,8	10	2	4	4	13,8	3,8	0,8	1,6	1,4			6	1									4	1					1			
P5	Кинетика катализируемых ферментами реакций	22,8	15	4	3	8	7,8	5,8	1,6	1,2	3												2		1								
P6	Масштабирование процессов ферментации	14,4	6	4	2		8,4	2,4	1,6	0,8				6			1																
P7	Утилизация субстратов клетками как основа управления процесса биосинтеза	15	8	4		4	7	3	1,6		1,4													4						2			
P8	Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов	43,4	24	10	2	12	19,4	9,4	4	0,8	4,6			6	1								4		2								
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	162	85	34	17	34	77	33	13,6	6,8	12,6			24	18								20	4	16								
	Всего по дисциплине (час.):	216	85				95																		0	18	0	36					
в т.ч. промежуточная аттестация																				0	18	0	36										

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																	
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (количество)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (количество)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)	
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Дом. работа на иностр. языке				Перевод инояз. литературы
P1	Основные принципы регуляции микробного метаболизма	7	1	1			6	4	4													2	1	
P2	Методы культивирования. Регулирование и оптимизация культивирования	18	3	1		2	15	13	4		9											2		1
P3	Количественные характеристики микроорганизмов	5	1	1			4	4	4															
P4	Стехиометрия клеточного роста и образования продуктов метаболизма	28	4	2	2		24	18	9	9			6	1										
P5	Кинетика катализируемых ферментами реакций	40	7	1	2	4	33	31	4	9	18											2		1
P6	Масштабирование процессов ферментации	5	1	1			4	4	4															
P7	Утилизация субстратов клетками как основа управления процесса биосинтеза	18	3	1		2	15	13	4		9											2		1
P8	Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов	41	6	2		4	35	27	9		18		6	1								2		1
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	162	26	10	4	12	136	114	42	18	54		12	12								10	2	8
	Всего по дисциплине (час.):	216	26				154	в т.ч. промежуточная аттестация													0	18	0	36

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Исследование периодического метода культивирования. Влияние состава питательных сред на рост микроорганизмов	6
P4	2	Кинетика и стехиометрия роста микроорганизмов	4
P5	3	Кинетика инактивации ферментов	4
P5	4	Кинетика гибели микроорганизмов	4
P7	5	Периодическое культивирование дрожжей на этаноле	4
P8	6	Получение лимонной кислоты поверхностным способом	4
P8	7	Получение вторичных метаболитов	4
P8	8	Получение органических кислот глубинным способом	4

Всего: 34

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Исследование периодического метода культивирования. Влияние состава питательных сред на рост микроорганизмов	2
P5	4	Кинетика гибели микроорганизмов	4
P7	5	Периодическое культивирование дрожжей на этаноле	2
P8	6	Получение лимонной кислоты поверхностным способом	4

Всего: 12

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Аллостерическая регуляция и механизм обратной связи	2
P2	2	Хемостатное культивирование микроорганизмов	2
P3	3	Уравнение Моно. Влияние ингибиторов на удельную скорость роста и субстратную константу	2
P4	4	Материальный баланс по элементам и клеточный рост	2
P4	5	Стехиометрия энергетического обмена	2
P5	6	Механизмы денатурации белков и сопутствующие эффекты	1
P5	7	Методы стабилизации и иммобилизации ферментов	2
P6	8	Определение скорости переноса кислорода	2
P8	9	Получение углеводного сырья путем биоконверсии растительных материалов	2

Всего: 17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P4	1	Материальный баланс по элементам и клеточный рост Стехиометрия энергетического обмена	2
P5	2	Механизмы денатурации белков и сопутствующие эффекты	2
Всего:			4

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

- Количественные характеристики микроорганизмов и их использование при проектировании процессов ферментации.
- Хемостатное культивирование микроорганизмов при изучении их физиологии.
- Стехиометрия образования продуктов метаболизма.
- Стехиометрия энергетического обмена.
- Оценка количества выделяющейся теплоты и соответствующих экономических коэффициентов.
- Стехиометрия фотосинтеза.
- Ферментативное получение L-триптофана.
- Ферментативное получение L-аспарагиновой кислоты.
- Ферментативное получение L-изолейцина.
- Ферментативное получение L-лизина.
- Ферментативное получение L-цистеина.
- Ферментативное получение L-фенилаланина.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

- Масштабирование процессов ферментации L-аминокислот
- Масштабирование процессов ферментации антибиотика эритромицина
- Масштабирование процессов ферментации антибиотика бензилпенициллина
- Масштабирование процессов ферментации органических кислот
- Масштабирование процессов ферментации альфа-амилазы
- Масштабирование процессов ферментации гомополисахаридов
- Масштабирование процессов ферментации гетерополисахаридов
- Масштабирование процессов ферментации витаминов

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Индукция ферментов у микроорганизмов.
2. Катаболитная репрессия.

3. Механизмы обратной связи.
4. Определение степени восстановленности энергетических субстратов.
5. Определение стехиометрических коэффициентов биохимической реакции.
6. Определение массового и энергетического выхода биомассы и продуктов метаболизма.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Принципы составления питательных сред. Классификация питательных сред.
2. Организация и регуляция метаболизма.
3. Факторы, влияющие на каталитическую активность ферментов.
4. Начальное окисление n-алканов. Рибулозо-монофосфатный и сериновый цикл.
5. Ключевые точки пересечения и разветвления метаболических путей

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Метод ранжирования	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1			+	+								
P2	+	+			+							
P3	+				+							
P4				+	+							
P5					+							
P6	+	+			+							
P7			+		+	+						
P8	+	+		+	+	+						

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Биотехнология: Учебное пособие / В.А. Чхенкели. - СПб. : Проспект Науки, 2014. – 336 с.
2. Б.В. Романовский Основы катализа: учебное пособие / Б.В. Романовский. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. –172 с.

3. Микробиологический синтез / А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 144 с.
4. В.С. Гамаюрова Ферменты. Лабораторный практикум: учебное пособие / В.С. Гамаюрова, М.Е. Зиновьева. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 256 с.
5. Основы генетической инженерии и биотехнологии / под ред. Ю.А. Горбунова. – ИВЦ Минфина, 2010. – 288 с.
6. Г.Н. Румянцева, Н.И. Дунченко. Биокатализ: концепция и практическое использование. Учебное пособие. – М.: ДеЛИ принт, 2010. – 118 с.
7. Мокрушин В.С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ / В.С. Мокрушин, Г.А. Вавилов. – СПб.: Проспект науки, 2009. – 496 с.
8. Биотехнология: теория и практика: Учеб. пособие для вузов / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина; Под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. – М.: Издательство Оникс, 2009. – 496 с.
9. Биотехнология: учебник / под ред. Е.С. Воронина. – СПб.: Гиорд, 2008. – 704 с.
10. Биотехнология: учебник / И.В. Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др.; под ред. акад. РАСХН Е.С. Воронина. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 704 с.
11. Промышленная дезинфекция и антисептика : уч. пос. / В.А. Галыкин и др. – СПб.: Проспект науки, 2008. – 232 с.
12. Биотехнология: учебник / под ред. Е. С. Воронина. – СПб.: Гиорд, 2008. – 704 с.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Основы фармацевтической биотехнологии: уч. пос./ Т.П. Прищеп, В.С. Чалин, К.Л. Зайков, Л.К. Михалева. Ростов н/Д. :Феникс; Томск: ИздательствоНТЛ, 2006. – 256 с.
2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. / В.В. Бирюков М.: КолосС, 2004. – 296 с.
3. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: Учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / Н.С. Егоров. М. : Изд-во МГУ; Наука, 2004. – 528 с.
4. Сазыкин Ю.О. Биотехнология. / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 256 с.
5. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах. Т 1. Пер. с англ. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М. : Мир, 2005. – 656 с.
6. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах. Т 2. Пер. с англ. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М. : Мир, 2005. – 496 с.
7. Дж. Бейли, Д. Оллис. Основы биохимической инженерии. Пер с англ. В 2-х частях. Ч. 1. / М.: Мир, 1989.. – 692 с.
8. Дж. Бейли, Д. Оллис. Основы биохимической инженерии. Пер с англ. В 2-х частях. Ч. 2. / М.: Мир, 1989.. – 590 с.
9. Безбородов А.М. Ферментативные процессы в биотехнологии / А.М. Безбородов, Н.А. Загустина, В.О. Попов; Ин-т биохимии им. А.Н. Баха РАН. – М.: Наука, 2008. – 335 с.
10. М.Н. Манаков, Д.Г. Победимский. Теоретические основы технологии микробиологических производств. / М.Н. Манаков, Д.Г. Победимский. М. : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
11. Егоров Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М. : Академия, 2003. – 208 с.
12. Основы фармацевтической биотехнологии: уч. пос. / Т.П. Прищеп, В.С. Чучалин, К.Л. Зайков, Л.К. Михалева. Ростов н/Д. :Феникс; Томск: Издательство НТЛ, 2006. – 256 с.
13. Галыкин В.А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов: Справочник / В.А. Галыкин, Н.А. Заикина, В.И. Кочеровец, И.З. Курбанова. – СПб.: «Проспект Науки», 2006. – 336 с.

14. Галынкин В.А. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии с основами асептики и биотехнологии: Учебное пособие / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, Т.С. Потехина. – Курск: КГМУ, 2002. – 236 с.
15. Основы биотехнологии: Учебно-методическое пособие / А.С. Сироткин, Р.К. Закиров, Г.И. Шагинурова Л.В. Лопухов В.Б. Жукова С.А. Александровский; Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006. – 100 с.

9.2. Методические разработки

1. Микробиологический практикум в 2 частях : учебно-методическое пособие / Г.С. Сакович, М.А. Безматерных. Екатеринбург: УрФУ, 2013. Ч.1. 90 с.
2. Микробиологический практикум в 2 частях : учебно-методическое пособие / Г.С. Сакович, М.А. Безматерных. Екатеринбург: УрФУ, 2013. Ч.2. 92 с.
3. Основы биотехнологии. Часть 1. Асептика. Антисептика. Стерильность в БТ процессе: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 89 с.
4. Основы биотехнологии. Часть 2. Питательные среды, характеристика, классификация, состав и приготовление: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 96 с.

9.3. Программное обеспечение

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- ISIS DRAW.
- пакет программ для научных исследований MATCAD.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.cato.com/biotech> Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service».

<http://www.bio.com> База данных

<http://www.biengi.ac.ru> Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

<http://www.eimb.relarn.ru> Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru

Электронная библиотека SOL <http://gse.publisher.ingentaconnect.com>

Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии – www.molbiol.ru, www.nature.ru.

Карта биохимических метаболических путей – <http://web.expasy.org/pathways/>.

Молекулярная биология клетки – <http://lib.e-science.ru/book/104/cont/>.

Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) – <http://www.viniti.msk.su/>.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

9.6. Кинофильмы

«Асептика», Фильм, НПО «Фармация», 50 мин.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащённой современным компьютером с подключенным к нему проектором при проецировании изображения на настенный экран.

На кафедре Технологии органического синтеза имеется микробиологическая лаборатория, укомплектованная биологическими и стереоскопическими микроскопами. Лаборатория

торные работы должны выполняться в специализированных залах, оснащенных вытяжной вентиляцией, ламинарными шкафами, канализацией, емкостями для сбора сливов.

Оборудование специализированной биотехнологической лаборатории: ферментатор; шейкер-инкубатор; УФ-спектрометр; качалки, термостат; настольная центрифуга; рН-метры; магнитные мешалки; биологические и стереоскопические микроскопы; фотоаппарат, включенный в микроскоп; вакуумный испаритель; автоклав (стерилизатор).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Теоретические основы биотехнологии»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не применяется, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не применяется.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. =0,65		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций (7 семестр)</i>	7, 1-8	8
<i>СРС: выполнение контрольной работы №1</i>	7, 5	42
<i>СРС: выполнение контрольной работы №2</i>	7, 10	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,3		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,7		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,15		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических /семинарских занятий (9)</i>	7, 9-17	27
<i>СРС - выполнение домашней работы №1</i>	7, 11	25
<i>СРС - выполнение домашней работы №2</i>	7, 13	25
<i>Выполнение группового проекта</i>	7, 17	23
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. =0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах (9)</i>	7, 9-17	36
<i>Защита отчета по лабораторным работам (8)</i>	7, 9-17	24
<i>Коллоквиумы (8)</i>	7, 9-16	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.=1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. =0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знание биохимии и генетики микроорганизмов, узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, – проявляет знание основных методов получения промышленных штаммов микроорганизмов, – проявляет знание основных технологий хранения продуцентов, – может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. 	<p>Студент уверенно воспроизводит, демонстрирует и понимает полученные знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биохимии, генетики и физиологии микроорганизмов, использующихся в конкретных производственных процессах и затрудняющих их качественную реализацию: самостоятельно воспроизводит и может применить эти знания, – основных селекционных и генноинженерных методов получения продуцентов в биотехнологических процессах, – основных технологий хранения продуцентов. <p>Студент может самостоятельно систематизировать полученные знания, устанавливать взаимосвязи между ними, продуктивно применять в знакомых ситуациях.</p>	<p>Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях в области:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биохимии, генетики и физиологии микроорганизмов, использующихся в конкретных производственных процессах: самостоятельно воспроизводит и может применить эти знания, – селекционных и генноинженерных методов получения продуцентов в биотехнологических процессах, – основных технологий хранения продуцентов. <p>Студент уверенно воспроизводит, демонстрирует и понимает полученные знания передового опыта внедрения зарубежных технологий в отечественные предприятия и организации.</p>
Умения	<p>Студент умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выполнять действия по выбору метода из числа известных. 	<p>Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на осно-</p>	<p>Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (техно-</p>

		<p>ве комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации.</p> <p>Студент должен демонстрировать умение выявлять причины несоответствия показателей качества полученных целевых объектов и предлагать решения по их устранению, умение оценивать, выбирать и использовать различные технологии получения промышленных штаммов продуцентов практически ценных биотехнологических продуктов.</p>	<p>логий) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации.</p> <p>Студент должен демонстрировать умение выявлять причины несоответствия показателей качества полученных целевых объектов и предлагать решения по их устранению, умение оценивать, выбирать и использовать различные технологии получения промышленных штаммов продуцентов практически ценных биотехнологических продуктов, оценить основные направления развития и инновационной деятельности в области получения продуцентов с новыми свойствами.</p>
Личностные качества	<p>Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу</p>	<p>Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.</p>	<p>Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.</p>

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

- Явление резистентности, часто определяющее скрининг ЛС, связано с их активностью. Обоснуйте биологическую активность сульфаниламидов с этих позиций. Проанализируйте указанные факторы и дайте обоснование биологической активности сульфаниламидов в данном лекарственном средстве (препарате?)
- Проанализируйте преимущества биотехнологического производства витаминов на конкретных примерах и определите его основные недостатки.
- 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?
- При получении антибиотиков в процессе ферментации в питательной среде возможно избыточное или недостаточное содержание указанного вещества (глюкоза). Как в этом случае можно оптимизировать условия ферментации для получения максимального количества целевого продукта?
- Получение субстанции аскорбиновой кислоты является многостадийным процессом, в котором сочетаются методы органического и микробиологического синтеза. Какой предшественник аскорбиновой кислоты получают с использованием биотехнологии и каково значение этого этапа для всего процесса в целом?
- Основной путь селекции продуцентов аминокислот – получение ауксотрофных и регуляторных мутантов. Какие используют микроорганизмы? Какими свойствами они должны обладать на генетическом уровне?
- Может ли утилизация отходов биотехнологического производства ЛС нанести существенный вред экологии? Какова схема утилизации жидких отходов? Жидкие отходы – это культуральная жидкость после отделения от мицелия.
- Как можно масштабировать получение аминокислот в условиях биотехнологического производства? Объясните процессы ретроингибирования, репрессии и их роль в получении конечного продукта.
- Имобилизация в БТ производстве современных ЛС имеет много положительных параметров. Какие это параметры производственного процесса? Существуют ли ограничения метода?
- Получение аминокислот может быть осуществлено химическим, химико-энзиматическим путем, гидролиза белковосодержащих субстратов, а также прямым микробиологическим синтезом. Предложите и обоснуйте выбор метода, если этой аминокислотой является ли-

зин, глицин и метионин.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

- Оптимизация культивирования эукариотов.
- Масштабирование процессов ферментации.
- Трофофаза и идиофаза во вторичном метаболизме.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.2.3. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация продуктов метаболизма.
2. Характеристика роста микроорганизмов.
3. Методы культивирования: периодические и непрерывно-проточные (классификация, теоретическое обоснование, ход процесса.). Культивирование в режиме хемостата, турбидостата.
4. Уравнение Моно для кинетики клеточного роста.
5. Количественные параметры клеточного роста (константа ингибирования, субстратная константа, затраты на поддержание жизни и др.).
6. Принципы метаболической регуляции.
7. Роль внутри- и внеклеточных ферментов.
8. Мутационные дефекты метаболической регуляции.
9. Контроль клеточного метаболизма и эффекты проницаемости мембран.
10. Стехиометрия и материальный баланс микробных процессов с участием дрожжей и бактерий.
11. Общая стехиометрия клеточного роста: состав среды и коэффициенты выхода.
12. Материальный баланс по элементам и клеточный рост.
13. Стехиометрия образования продуктов метаболизма.
14. Стехиометрия энергетического обмена.
15. Кинетика ферментативных реакций.
16. Ингибирование с помощью субстрата.
17. Роль аллостерических эффекторов.
18. Ингибирование продуктов реакции продуктами метаболизма.
19. Ингибирование ферментов (обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное).
20. Инактивация ферментов.
21. Уравнение Михаэлиса-Ментена.
22. Определение параметров в уравнении Михаэлиса-Ментена.
23. Влияние факторов на скорость ферментативной реакции (рН, Т, денатурирующие эффекты и др.).
24. Количественное описание обратимого ингибирования ферментов.
25. Кинетика обратимых реакций с двумя субстратами.
26. Кинетика обратимых реакций с активацией кофактором.
27. Ферментативные реакции в гетерогенных системах.
28. Кинетика гибели микроорганизмов.
29. Влияние условий культивирования на рост популяции микроорганизмов.
30. Влияние состава питательных сред и условий культивирования на рост и образование продуктов.
31. Дыхание: цикл трикарбоновых кислот и дыхательная цепь.
32. Аэробный распад продуктов гликолитического расщепления углеводов. Цикл Кребса.
33. Пентозофосфатный цикл аэробного распада.
34. Анаэробный распад углеводов.
35. Связь между анаэробным и аэробным распадом углеводов. Реакция Пастера.
36. Ключевые точки пересечения и разветвления метаболических путей.
37. Метаболизм *n*-алканов (состав питательных сред, начальное окисление, схемы).

38. Метаболизм метана и метанола (ассимиляция источника углерода: сериновый путь и рибулозомонофосфатный цикл; ростовая модель).
39. Метаболизм этанола.
40. Метаболизм водородкислящих бактерий.
41. Получение углеродного сырья путем биоконверсии растительных материалов.
42. Пути метаболизма, ведущие к вторичным метаболитам.
43. Направленный синтез первичных и вторичных метаболитов:
 - спиртов (спиртовое брожение: сырье, технологическая схема, использование методов генной инженерии);
 - органических кислот (лимонной, L-яблочной, уксусной, пропионовой, молочной, глюконовой, итаконоавой);
 - антибиотиков (путь шикимовой кислоты; влияние предшественников на синтез, энзиматическая модификация микробных антибиотиков, трофофаза и идиофаза во вторичном метаболизме, энзиматическое превращение);
 - кетонов (ацетонобутиловое брожение);
 - витаминов (рибофлавин, В₁₂, каротиноиды, аскорбиновая кислота);
 - аминокислот (пути синтеза, роль предшественников, разделение L и D изомеров);
 - липидов (биосинтез жирных кислот, триацилглицеринов);
 - ферментов (регуляция образования ферментов как конечных продуктов; фенотипическая и генотипическая оптимизация биосинтеза);
 - экстрацеллюлярных полисахаридов (механизмы биосинтеза гомо- и гетерополисахаридов).
48. Имобилизованные ферменты и клетки: виды иммобилизации, их преимущества и недостатки. Химизм процессов. Применение.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основы биотехнологических производств	Код модуля 1132114
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Берсенева Вера Сергеевна	к.х.н.	доцент	технологии органического синтеза	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от 10 октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Курс «Методы выделения биотехнологических продуктов» посвящен особенностям выделения, методам очистки и сушки продуктов микробиологического синтеза. Рассматривается использование ионообменной и аффинной сорбции, мембранных технологий, вопросы создания стерильных условий на заключительных этапах производства, а также примеры выделения антибиотиков, витаминов, белковых препаратов, органических кислот.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую работу над лекционным материалом, чтение учебной и специальной литературы, подготовку рефератов по тематике курса. Лекционные и практические занятия по дисциплине предполагают активное включение студентов в процесс обсуждения тематических вопросов и конкретных ситуаций. Лабораторные занятия направлены на закрепление знаний и приобретение практических навыков выделения продуктов биотехнологии.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);
- владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- обладание навыками применения типовых технологических схем и модульных установок для производства широкого спектра продуктов биоорганического синтеза, их биотрансформации и стабилизации (ДПК-4-ТОП1);
- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмене, принципах масштабирования и моделирования биотехнологических процессов (ДПК-5-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- применяемые в промышленности современные способы выделения продуктов биотехнологии из культуральных жидкостей;
- основные принципы выбора метода выделения и очистки продуктов биотехнологии;
- методы сушки продуктов биотехнологии;
- аппаратное оформление процессов выделения, очистки и сушки;
- способы выделения важнейших групп продуктов микробиологического синтеза;
- создание стерильных условий на заключительных этапах производства;

Уметь:

- выбрать метод выделения продукта в зависимости от его строения, химических и физических свойств;
- использовать перспективные направления в технологиях выделения и очистки с целью оптимизации технологического процесса и улучшения качества продукции;
- провести выбор оборудования для проведения технологического процесса.

Владеть (демонстрировать навыки):

- составления принципиальных технологических схем выделения продукта биосинтеза;
- использования количественных и качественных методов анализа продуктов биотехнологий.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	16	16	16
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	4	4	4
4.	Лабораторные работы	4	4	4
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	92	2,4	92
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	Основные принципы выбора метода выделения и очистки продуктов биотехнологии. Зависимость выбора метода от свойств микробной суспензии, выделяемого продукта, требований к конечной форме продукта.
P2	Отделение мицелиальной массы от жидкой фазы как первый этап выделения продуктов биотехнологии	Методы отделения мицелиальной массы (седиментация, фильтрация, центрифугирование, флотация). Области применения, достоинства и недостатки методов. Оборудование для фильтрования и сепарирования культуральной жидкости. Особенности фильтрования культуральной жидкости антибиотиков. Цели предварительной обработки культуральной жидкости. Способы улучшения фильтруемости (термическая и химическая коагуляция белков, применение флокулянтов, наполнителей, электролитов). Особенности фильтрации культуральных жидкостей акти-

		<p>номицетов. Применение пресс-фильтров и барабанных вакуум-фильтров, обоснование выбора фильтровального оборудования, интенсификация процесса.</p>
Р3	<p>Применение методов осаждения для выделения продуктов микробиологического синтеза</p>	<p>Области применения, достоинства и недостатки методов осаждения.</p> <p>Технологическая схема химочистки тетрациклинов методом прямого осаждения.</p> <p>Применение осаждения при получении полиеновых антибиотиков. Технологическая схема химической очистки нистатина.</p> <p>Применение флотации в дрожжевом производстве. Типы флотаторов.</p> <p>Осаждение и высаливание при выделении ферментных препаратов. Установка непрерывного осаждения ферментов.</p>
Р4	<p>Экстракционные методы выделения</p>	<p>Экстракция из мицелиальных масс. Методы дезинтеграции при выделении внутриклеточных продуктов биосинтеза.</p> <p>Экстракция из нативного раствора. Сущность метода. Требования, предъявляемые к растворителю. Экстракция с переносчиком.</p> <p>Аппаратурное оформление процессов экстракции периодическим способом. Типы смесителей и сепараторов.</p> <p>Экстракционное оборудование для непрерывных процессов. Экстракторы-сепараторы камерного и дифференциально-контактного типа. Их сравнительная характеристика.</p> <p>Пути усовершенствования экстракционного оборудования.</p> <p>Технологическая схема химической очистки пенициллина.</p> <p>Недостатки и преимущества экстракционного метода выделения и очистки.</p>
Р5	<p>Сорбционные методы выделения</p>	<p>Молекулярная адсорбция (метод перколяции и контактной фильтрации).</p> <p>Адсорбция на ионообменных смолах. Классификация ионообменных смол. Особенности ионного обмена с применением твердых ионитов.</p> <p>Области применения ионитов в производстве антибиотиков (сорбция-десорбция, дополнительная очистка продуктов, деминерализация, нейтрализация, обмен ионов).</p> <p>Применение ионного обмена для выделения антибиотиков аминокликозидов.</p> <p>Аппаратура для проведения ионообменной сорбции-десорбции антибиотиков периодическим и непрерывным методами. Сорбция в псевдооживленном слое адсорбента.</p> <p>Преимущества ионообменного метода выделения и очистки антибиотиков.</p> <p>Технологическая схема химочистки канамицина с помощью ионообменных смол.</p> <p>Возможность проведения процессов сорбции на ионообменных смолах из грубо отфильтрованных культуральных жидкостей. Использование сорбционно-пульсационных колонн.</p> <p>Применение адсорбции в производстве декстрана и витамина В₁₂ для медицинских целей.</p> <p>Особенности ионообменной сорбции при выделении аминокислот, пептидов и белков.</p>

		<p>Применение аффинной хроматографии и аффинной сорбции для выделения продуктов биотехнологии.</p> <p>Метод гель-фильтрации.</p>
Р6	<p>Мембранные процессы в выделении продуктов биотехнологии</p>	<p>Баромембранные процессы. Использование мембранного разделения в биотехнологии. Преимущества метода. Схема баромембранного разделения. Эффективность разделения жидких фаз. Физические основы и характеристики процесса.</p> <p>Полупроницаемые мембраны и разделительные элементы на их основе. Характеристики мембран. Мембранный модуль.</p> <p>Конструктивное оформление мембранного разделения жидкостей. Виды мембранных аппаратов.</p> <p>Промышленные мембранные установки.</p> <p>Примеры успешного применения в производстве антибиотиков.</p> <p>Применение ультрафильтрации в пищевой биотехнологии. Диализ и электродиализ. Движущая сила электромембранных процессов. Области применения электродиализа, ограничения метода.</p>
Р7	<p>Сушка продуктов биотехнологических производств</p>	<p>Продукты микробиологического производства как объекты сушки. Основные принципы выбора метода сушки, температурного режима, конструкции сушильного оборудования.</p> <p>Контактная сушка. Аппаратура периодического и непрерывного действия для сушки паст во взвешенном состоянии.</p> <p>Методы сушки из растворов. Лиофильная сушка. Стадии и тепловые процессы сублимации. Способы замораживания. Методы удаления влаги. Аппараты для сублимационной сушки.</p> <p>Преимущества и недостатки метода лиофильной сушки. Использование лиофильной сушки в производстве ферментов и бактериальных препаратов.</p> <p>Сушка продуктов микробиологического синтеза методом распыления. Испарительно-сушильные аппараты. Схема двухступенчатой сушки.</p> <p>Современная аппаратура для сушки антибиотиков распылением. Одноступенчатые сушилки.</p> <p>Преимущества и недостатки метода распылительной сушки.</p> <p>Испарительные аппараты для предварительного концентрирования растворов, подаваемых на распылительную сушку.</p> <p>Очистка воздуха для ИСА. Фильтрующие материалы и оборудование.</p>
Р8	<p>Создание стерильных условий на заключительных этапах производства антибиотиков</p>	<p>Применение замкнутых герметичных систем оборудования. Конструкция аппаратов, объединяющих ряд последовательных операций.</p> <p>Различные виды стерилизации оборудования, помещений и готовой продукции.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по

разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

По очной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Биосинтез лимонной кислоты при культивировании микроскопических грибов <i>Aspergillus niger</i> . Выделение лимонной кислоты методом осаждения	5
P4	2	Выделение натриевой соли бензилпенициллина из нативного раствора методом экстракции	2
P3	3	Получение 6-АПК гидролизом бензилпенициллина	6
P5	4	Изучение процесса сорбции-десорбции гентамицина на сильнокислых катионитах. Определение характеристик сорбента	4
Всего:			17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Биосинтез лимонной кислоты при культивировании микроскопических грибов <i>Aspergillus niger</i> . Выделение лимонной кислоты методом осаждения	2
P4	2	Изучение процесса сорбции-десорбции гентамицина на сильнокислых катионитах. Определение характеристик сорбента	2
Всего:			4

4.2. Практические занятия

По очной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Основные физико-химические параметры микробных суспензий. Методы определения и расчета влажности, зольности, концентрации биомассы, удельного сопротивления фильтрации	1
P3	2	Применение флотации в производстве кормовых дрожжей. Аппаратура флотации. Составление аппаратурной схемы стадии выделения дрожжей	2
P3	3	Выделение полиеновых макролидов. Технологическая схема химочистки нистатина. Выбор оборудования	2
P4	4	Метод экстракции в получении микробного жира. Составление технологической схемы и выбор оборудования	1
P5	5	Технологическая схема химочистки гентамицина. Выделение антибиотика из культуральной жидкости ионообменным методом без предварительной фильтрации	2

P5	6	Производство витамина В ₁₂ . Технология выделения кристаллического продукта. Выбор оборудования	2
P5	7	Ионообменные технологии в получении аминокислот. Выделение и очистка микробиологического лизина	1
P5	9	Методы ионообмена, гель-фильтрации и аффинной хроматографии при выделении и очистке ферментных препаратов. Аппаратурное оформление процессов. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов	2
P6	10	Применение ультрафильтрации в производстве антибиотиков. Схемы выделения феноксиметилпенициллина и эритромицина с применением ультрафильтрации. Преимущества метода, изменения в аппаратурном оформлении процесса	2
P4, P5, P6	11	Решение ситуационных задач по выбору метода выделения продуктов биотехнологии	2

Всего: 17

По заочной форме обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Применение флотации в производстве кормовых дрожжей. Аппаратура флотации. Составление аппаратурной схемы стадии выделения дрожжей	1
P5	2	Технологическая схема химочистки гентамицина. Выделение антибиотика из культуральной жидкости ионообменным методом без предварительной фильтрации	1
P6	3	Применение ультрафильтрации в производстве антибиотиков. Схемы выделения феноксиметилпенициллина и эритромицина с применением ультрафильтрации. Преимущества метода, изменения в аппаратурном оформлении процесса	1
P5	4	Методы ионообмена, гель-фильтрации и аффинной хроматографии при выделении и очистке ферментных препаратов. Аппаратурное оформление процессов. Технологические особенности получения препаратов с определенным составом ферментов	1

Всего: 4

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

ДР. Выбор метода и аппаратурное оформление процессов выделения и очистки продуктов биосинтеза.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

- Применение флотации в производстве кормовых дрожжей. Аппаратура флотации.
- Выделение антибиотиков-полиенов методом осаждения с предварительной экстракцией из мицелия.
- Выделение ферментных препаратов методами осаждения и высаливания.
- Методы выделения и очистки микробиологического лизина.

- Производство микробного жира. Выделение липидов методом экстракции.
- Методы выделения и очистки в производстве витамина В₁₂.
- Выделение и очистка ферментных препаратов методом ионообменной хроматографии.
- Аффинная хроматография и аффинная сорбция как методы выделения продуктов микробиологического синтеза.
- Выделение и очистка гормональных препаратов.
- Извлечение антибиотиков из культуральной жидкости динамическим способом с использованием сорбционно-пульсационных колонн.
- Промышленные способы получения 6-АПК и полусинтетических пенициллинов. Аппаратурное оформление процесса.
- Использование лиофильной сушки в производстве бактериальных препаратов.
- Получение конечных продуктов микробиологического синтеза. Оборудование для измельчения, гранулирования и микрокапсулирования.
- Применение мембранных технологий в молочной промышленности.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

КР 1. Экстракционные и сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза

КР 2. Баромембранные методы выделения продуктов биосинтеза

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

- Предварительная обработка культуральной жидкости с целью улучшения фильтрации. Области применения метода осаждения при выделении продуктов биотехнологии.
- Основные закономерности экстракции. Применение метода экстракции для химической очистки антибиотиков.
- Особенности применения ионообменной сорбции и хроматографии в производстве антибиотиков.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практики и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1												
P2-P4		*		*	*							
P5-P6		*		*								
P7				*								

6. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**
7. **ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**
8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
9. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Луканин А.В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств: учебное пособие / А.В. Луканин – М. : ИНФРА-М, 2016. – 304 с.
2. Меньшутина Н.В. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства. – Том 1. / Н.В. Меньшутина, Ю.В. Мишина, С.В. Алвес – М.: БИНОМ, 2012. – 328 с.
3. Меньшутина Н.В. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства. – Том 2. / Н.В. Меньшутина, Ю.В. Мишина, С.В. Алвес, С.В. Гордиенко, Е.В. Гусева, А.Ю. Троянkin – М.: БИНОМ, 2013. – 480 с.
4. Орехов С.И. Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям: учебное пособие. / С.И. Орехов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 384 с.
5. Клунова С. М. Биотехнология. / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина – М.: Академия, 2010. - 255 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Сазыкин Ю.О. Биотехнология: учеб. пособие для вузов. – 3 изд., стер. / Ю.О. Сазыкин, С.И. Орехов, И.И. Чекалева – М.: Академия, 2008. – 256 с.
2. Мокрушин В.С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ: учебное пособие. / В.С. Мокрушин, Г.А. Вавилов. – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 496 с.
3. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии: учеб. пособие. / В.В. Бирюков. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.
4. Елинов Н.П. Основы биотехнологии. / Н.П. Елинов. – СПб.: Наука, 1995. – 600 с.
5. Крусь Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев. – М.: Колос, 2008. – 455 с.
6. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов. / И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. – 3-е изд. – М.: Изд. «Элевар», 2000. – 512 с.
7. Ярославцев А.Б. Мембраны и мембранные технологии. / А.Б. Ярославцев. – М.: Научный мир, 2013. – 612 с.
8. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. / М. Мулдер. –М.: Мир, 1999. – 513 с.
9. Черкасов А.Н. Мембраны и сорбенты биотехнологии. / А.Н. Черкасов, В.А. Пасечник. – Л.: Химия, 1991. – 240 с.
10. Калунянц К.А. Оборудование микробиологических производств. / Калунянц К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. – М.: Агропромиздат, 1987. – 398 с.
11. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств. / К.П. Гапонов. –М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 240 с.
12. Пассет Б.В. Технология химико-фармацевтических препаратов и антибиотиков. / Б.В. Пассет, В.Я. Воробьева. – М.: Медицина, 1977. – 430 с.

9.2. Методические разработки

9.3. Программное обеспечение

Microsoft Office в составе Word, Excel;
Пакеты программ IsisDraw, ChemDraw, Microsoft PowerPoint

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Интернет-портал по биотехнологии: <http://bio-x.ru>

Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service»:
<http://www.cato.com/biotech>

Научно-информационный портал Российского мембранного общества: <http://www.memtech.ru/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ www.study.urfu.ru

Электронная библиотека SOL <http://gse.publisher.ingentaconnect.com>

Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оборудованной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Для изучения дисциплины используются: электронный демонстрационный материал, содержащий технологические схемы, рисунки, таблицы; учебный материал в электронном виде.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, оснащенной вытяжной вентиляцией, ламинарными шкафами, специальным оборудованием для биотехнологического практикума (ферментатор, качалки, термостаты, настольная центрифуга, биологические и стереоскопические микроскопы, рН-метры, магнитные мешалки, вакуумный испаритель).

Контроль качества получаемых соединений осуществляется физико-химическими методами на приборах Центра коллективного пользования УрФУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Методы выделения биотехнологических продуктов»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не применяется, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не применяется.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий к лек. – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VII, 1-8	32
<i>КР 1.</i> Экстракционные и сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза	VII, 4	38
<i>КР 2.</i> Баромембранные методы выделения продуктов биосинтеза	VII, 6	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <i>k тек.лек.</i> – 0,3		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <i>k тек.лек.</i> – 0,7		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий к пр. – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	VII, 9-17	18
Активная работа на занятиях (участие в дискуссиях, обсуждении конкретных примеров, составление аппаратурных схем)	VII, 9-17	22
Оформление и защита реферата	VII, 9-16	30
<i>ДР.</i> Выбор метода выделения и очистки продуктов биотехнологии	VII, 15-16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – <i>k тек.прак.</i> – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет.</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <i>k пром.прак.</i> – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Проведение эксперимента	VII, 9-17	30
Оформление отчета по лабораторной работе	VII, 9-17	40
Коллоквиумы	VII, 9-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <i>k тек.лаб.</i> – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <i>нет.</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <i>k лаб.лаб.</i> – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Методы выделения биотехнологических продуктов»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Методы выделения биотехнологических продуктов»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

КР 1. Экстракционные и сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза

1. Что является движущей силой экстракции? Как повышение температуры и увеличение времени влияют на процесс экстракции?
2. Перечислите требования, предъявляемые к растворителю для экстракции из жидкой фазы.
3. Какой механизм лежит в основе экстракции с переносчиком? Какие соединения используют в качестве переносчиков?
4. Перечислите преимущества и недостатки экстракционного метода выделения антибиотиков
5. Объясните принцип двухступенчатой экстракции-сепарации. С какой целью ее применяют?
6. Какие из перечисленных достоинств, характеризуют экстракционный метод выделения продуктов биосинтеза:
 - 1) обеспечивает высокую степень чистоты продукта;
 - 2) коэффициент распределения велик, поэтому очень быстро достигается сокращение объемов растворителя;

- 3) в методе отсутствуют органические растворители;
 - 4) протекает значительно быстрее ионообмена;
 - 5) возможность организации непрерывного процесса;
 - 6) позволяет проводить выделение АБ из грубо отфильтрованных КЖ;
 - 7) метод пожаро- и взрывобезопасен.
7. Приведите основные конструкционные особенности камерных экстракторов-сепараторов
 8. Приведите основные конструкционные особенности дифференциально-контактных экстракторов-сепараторов.
 9. Какие из перечисленных достоинств, характеризуют ионообменный метод выделения продуктов биосинтеза:
 - 1) метод обеспечивает высокую степень чистоты полученного раствора;
 - 2) метод предполагает использование сложного в эксплуатации оборудования;
 - 3) в методе отсутствуют органические растворители;
 - 4) в результате ионообмена концентрация продукта в растворе уменьшается;
 - 5) метод позволяет одновременно осуществлять очистку и концентрирование растворов;
 - 6) метод предполагает создание особых условий с точки зрения охраны труда, пожаробезопасности;
 - 7) метод позволяет проводить выделение АБ из грубо отфильтрованных КЖ.
 10. Назовите основные методы введения ионогенных групп при синтезе ИОС. С какой целью применяют кросс-агенты?
 11. Как классифицируются ионообменные материалы по характеру ионообменных групп и степени их диссоциации? Перечислите эти группы.
 12. Каким требованиям должны отвечать иониты?
 13. Какие свойства ионита определяются строением полимерной матрицы:
 - 1) химическая устойчивость;
 - 2) набухаемость;
 - 3) селективность (избирательность по заданному иону);
 - 4) обменная емкость;
 - 5) доступность ионогенных групп;
 - 6) механическая прочность.
 14. Для каких процессов в производстве антибиотиков применяют ионообмен? Напишите уравнения реакций ионообмена для процессов, используемых для химочистки стрептомицина.
 15. Какие физико-химические свойства и особенности строения антибиотиков аминогликозидов определили использование ионообменной сорбции как основного метода их выделения и очистки?
 16. В чем отличие молекулярной сорбции от ионообмена. Какие сорбенты используются в процессах молекулярной сорбции?
 17. Чем отличаются ионообменные колонны открытого и закрытого типа?
 18. В чем преимущество использования ионитовых колонн с пульсационными устройствами?
 19. Для какой группы антибиотиков была разработана технология выделения методом ионообменной сорбции непосредственно из КЖ? Назовите особенности обработки КЖ и аппаратного оформления процесса сорбции в этом случае.
 20. Предложите методы выделения следующих антибиотиков: амикацина, полимиксинов, окситетрациклина, эритромицина

КР 2. Баромембранные методы выделения продуктов биосинтеза

1. Какие процессы относятся к мембранным методам разделения? Перечислите преимущества мембранных методов выделения продуктов биосинтеза?
2. Приведите классификацию мембранных процессов по характеру движущей силы
3. Что является движущей силой процесса диализа:
 - а) градиент давления;
 - б) градиент концентрации;
 - в) градиент электрического потенциала;
 - г) градиент температуры.
4. Движущей силой мембранных процессов не является:
 - а) градиент давления;
 - б) градиент силы тяжести;
 - в) градиент концентрации;
 - г) градиент температур.
5. Какие из перечисленных достоинств, характеризуют метод выделения продуктов биосинтеза с помощью мембранных аппаратов:
 - а) метод прост в аппаратном оформлении;
 - б) мембранные процессы происходят в мягких технологических режимах без фазовых превращений;
 - в) метод обеспечивает высокую степень чистоты полученного раствора;
 - г) метод позволяет проводить выделение АБ из грубо отфильтрованных нативных растворов;
 - д) метод позволяет одновременно осуществлять очистку и концентрирование растворов;
 - е) в методе отсутствуют органические растворители.
6. Что является движущей силой процесса ультрафильтрации? Что является основным элементом ультрафильтрационной установки?
7. Какие полимерные материалы применяют для изготовления ультрафильтрационных мембран?
8. Керамические мембраны. Примеры применения. Достоинства керамических мембран.
9. Какие процессы и технологические стадии при выделении антибиотиков можно заменить методом ультрафильтрации.
10. Приведите примеры применения мембранных процессов в производстве витаминов и ферментов.
11. Предложите комбинированный мембранный процесс для разделения лактозы, белков и минеральных солей в молочной сыворотке.
12. На рисунках приведены различные типы мембранных аппаратов. Назовите эти аппараты, объясните принцип работы

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Методы отделения мицелиальной массы (седиментация, фильтрация, центрифугирование, флотация). Области применения, достоинства и недостатки методов.
2. Особенности фильтрования культуральной жидкости антибиотиков. Предварительная обработка культуральной жидкости с целью улучшения фильтрации КЖ.
3. Выбор оборудования для фильтрования культуральной жидкости актиномицетов, интенсификация процесса фильтрации. Конструкции фильтров.
4. Оборудование для фильтрования и сепарирования культуральной жидкости. Типы флотаторов.
5. Выделение продуктов микробиологического синтеза методом осаждения. Области применения, достоинства и недостатки метода. Технологическая схема химочистки тетрациклинов методом прямого осаждения.

6. Применение метода флотации в производстве дрожжей.
7. Методы осаждения и высаливания при выделении ферментных препаратов. Установка непрерывного осаждения ферментов.
8. Экстракция продуктов биосинтеза из мицелиальных масс. Методы дезинтеграции при выделении внутриклеточных продуктов биосинтеза.
9. Экстракция продуктов биосинтеза из нативного раствора. Сущность метода. Требования, предъявляемые к растворителю. Экстракция с переносчиком.
10. Аппаратурное оформление процессов экстракции периодическим способом. Типы смесителей и сепараторов
11. Экстракционное оборудование для непрерывных процессов. Экстракторы-сепараторы камерного и дифференциально-контактного типа. Их сравнительная характеристика. Пути усовершенствования экстракционного оборудования.
12. Технологическая схема химочистки пенициллина методом экстракции. Недостатки и преимущества экстракционного метода выделения и очистки антибиотиков.
13. Адсорбция на ионообменных смолах. Классификация ионообменных смол. Особенности ионного обмена с применением твердых ионитов.
14. Области применения ионитов в производстве антибиотиков (сорбция-десорбция, дополнительная очистка продуктов, деминерализация, нейтрализация, обмен ионов).
15. Применение ионного обмена для выделения антибиотиков аминогликозидов. Технологическая схема химочистки канамицина с помощью ионообменных смол. Преимущества ионообменного метода выделения и очистки антибиотиков.
16. Аппаратура для проведения ионообменной сорбции-десорбции антибиотиков периодическим и непрерывным методами. Сорбция в псевдооживленном слое адсорбента.
17. Возможность проведения процессов сорбции на ионообменных смолах из грубо отфильтрованных культуральных жидкостей. Использование сорбционно-пульсационных колонн.
18. Применение аффинной хроматографии и аффинной сорбции для выделения продуктов биотехнологии.
19. Баромембранные процессы. Использование мембранного разделения в биотехнологии. Преимущества метода.
20. Схема баромембранного разделения. Эффективность разделения жидких фаз. Физические основы и характеристики процесса.
21. Полупроницаемые мембраны и разделительные элементы на их основе. Характеристики мембран. Мембранный модуль.
22. Конструктивное оформление мембранного разделения жидкостей. Виды мембранных аппаратов.
23. Промышленные мембранные установки.
24. Примеры успешного применения баромембранного разделения в производстве антибиотиков.
25. Диализ и электродиализ. Движущая сила электромембранных процессов. Области применения электродиализа, ограничения метода.
26. Продукты микробиологического производства как объекты сушки. Выбор метода сушки, температурного режима, конструкции сушильного оборудования
27. Контактная сушка. Аппаратура периодического и непрерывного действия для сушки паст во взвешенном состоянии.
28. Методы сушки из растворов. Лиофильная сушка. Стадии и тепловые процессы сублимации. Способы замораживания. Методы удаления влаги. Аппараты для сублимационной сушки.
29. Преимущества и недостатки метода лиофильной сушки. Использование лиофильной сушки в производстве ферментов и бактериальных препаратов.
30. Сушка продуктов микробиологического синтеза методом распыления. Испарительно-сушильные аппараты. Схема двухступенчатой сушки.

31. Современная аппаратура для сушки антибиотиков распылением. Особенности конструкции одноступенчатых сушилок.
32. Очистка воздуха для ИСА. Фильтрующие материалы.
33. Испарительные аппараты для предварительного концентрирования растворов, подаваемых на распылительную сушку.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ ПРОДУЦЕНТОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основы биотехнологических производств	Код модуля 1132114
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Безматерных Максим Алексеевич	к.х.н., доцент	доцент	Технологии органического синтеза	
2	Токарева Мария Игоревна	к.х.н., доцент	доцент	Технологии органического синтеза	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от 10 октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШТАММОВ ПРОДУЦЕНТОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением промышленных штаммов продуцентов методами селекции, в том числе мутагенеза, рекомбинационными методами и методами изменения нормальных путей метаболизма, клеточной инженерии и генетической инженерии.

Дисциплина раскрывает теоретические и научно-практические основы получения промышленных штаммов продуцентов, формирует у будущих специалистов знания и умения по методам клеточной и генетической инженерии, хранения продуцентов и депонирование их международных и всероссийских коллекциях, навыки владения инструментарием и лабораторным оборудованием, используемом в специализированных лабораториях, занимающихся генетическими манипуляциями со штаммами продуцентов.

Изучение курса базируется на знаниях, приобретённых студентами при освоении следующих дисциплин: Основы биохимии и молекулярной биологии и Общая биология и микробиология, Структура биотехнологических производств.

Полученные студентами при изучении курса «методы получения промышленных штаммов продуцентов» знания, умения и навыки в дальнейшем обеспечат успешное усвоение материала по курсам специальных дисциплин, таких как «Промышленная биотехнология», «Основы медицинской биотехнологии».

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);
- владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);
- обладание навыками организации проведения биотехнологического процесса с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии, а также комплексного их применения (ДПК-2-ТОП1-ТОП2);
- владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2);
- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмене, принципах масштабирования и моделирования биотехнологических процессов (ДПК-5-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- пути и методы селекции, технологию рекомбинации генов;
- молекулярный инструментарий генной инженерии;
- методы хранения штаммов-продуцентов;
- способы получения посевного материала;
- факторы изменчивости микроорганизмов;

Уметь:

- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- использовать методы получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов;

- манипулировать с живыми природными системами, генетическим материалом;
- анализировать полученные результаты исследований.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы с микроорганизмами и другими продуцентами;
- навыками работы на специализированном лабораторном оборудовании и приборах.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				8
1.	Аудиторные занятия	18	18	18
2.	Лекции	6	6	6
3.	Практические занятия	6	6	6
4.	Лабораторные работы	6	6	6
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	90	2,7	90
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Подготовка биологических объектов	Подбор объектов. Накопительные и чистые культуры. Коллекции микроорганизмов. Требования к промышленным продуцентам. Экстремальные формы микроорганизмов. Термофильные и психрофильные микроорганизмы. Алкалофилы, ацидофилы и галофилы. Фотосинтезирующие микроорганизмы.
P2	Популяционная устойчивость биологических объектов	Вегетативное размножение (деление) как способ передачи и сохранения наследственных свойств. Факторы изменчивости свойств – половое размножение и мутация.

Р3	Селекция микроорганизмов	Пути создания высокопродуктивных штаммов-продуцентов. Селекция, ее основные методы: ступенчатый отбор, применение ауксотрофных мутантов, рекомбинационные методы улучшения производственных характеристик штаммов: гибридизация, конъюгация, слияние протопластов.
Р4	Технология рекомбинантных ДНК	Задачи генетической инженерии. Взаимосвязь биотехнологии и генетической инженерии. История возникновения и развития методов работы с рекомбинантными ДНК. Рестриктазы. Молекулярное клонирование. Способы получения нужного гена. Постановка полученного гена под контроль регуляторных элементов клетки хозяина. Векторные молекулы ДНК. Векторы на основе плазмид бактерий. Векторы на основе фагов. Космиды. Фазмиды. Транспозоны и вставочные последовательности. Геномные библиотеки и их конструирование. Идентификация клеток-реципиентов, несущих ген мишень.
Р5	Практическое применение технологии рекомбинантных ДНК	Методы генетического конструирования микроорганизмов <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> . Конструирование штаммов-суперпродуцентов первичных и вторичных метаболитов (на примере L-треонина и витамина В ₂). Основы метаболической инженерии. Получение гормонов человека, интерферонов и интерлейкинов генно-инженерными методами. Получение «безопасных» вакцин методами генной инженерии. Вакцины: история развития методов вакцинации. Поколения вакцин. Вакцины против вируса гепатита В, вируса гриппа, ящура, полиомиелита. Подходы к конструированию вакцин против ВИЧ.
Р6	Методы хранения микроорганизмов-продуцентов	Хранение на агаре при низкой температуре, на твердых средах под слоем стерильного парафина, в стерильной смеси песка и глины и др.
Р7	Нормативные документы, регламентирующие работы со штаммами микроорганизмов	Санитарно-эпидемиологические правила «Безопасность работы с микроорганизмами». Принципы определения уровня биобезопасности для штаммов ГИММ (генно-инженерно-модифицированных штаммов). Паспорт штамма микроорганизма.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
						Подготовка к аудиторным занятиям (час.)							Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)								
Код раздела	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
																															P1
P2	Популяционная устойчивость биологических объектов	21	10	2	2	6	11	7	1	2	4													4		2					
P3	Селекция микроорганизмов	22,5	9	4	2	3	13,5	5,5	1,5	2	2		6	1										2		1					
P4	Технология рекомбинантных ДНК	22,5	12	3	5	4	10,5	8,5	1,5	4	3													2	1						
P5	Практическое применение технологии рекомбинантных ДНК	12	6	2	4		6	4	1	3														2		1					
P6	Методы хранения микроорганизмов-продуцентов	16	8	2	2	4	8	6	1	2	3													2		1					
P7	Нормативные документы, регламентирующие работы со штаммами микроорганизмов	3	2	2			1	1	1																						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	51	17	17	17	53	35	8	15	12	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	10					
	Всего по дисциплине (час.):	108	51				57																								
																									В т.ч. промежуточная аттестация			4	0	0	0

Объем модуля (зач.ед.): 15
Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																															
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)													
							Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*				Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*									
P1	Подготовка биологических объектов	3,5	0,5	0,5			3	3	3																												
P2	Популяционная устойчивость биологических объектов	19	3	1		2	16	14	5		9																										
P3	Селекция микроорганизмов	22	3	1	2		19	11	5	6			6	1																							
P4	Технология рекомбинантных ДНК	26	5	1		4	21	19	6		13																										
P5	Практическое применение технологии рекомбинантных ДНК	8	1	1			7	5	5																												
P6	Методы хранения микроорганизмов-продуцентов	14	3	1	2		11	11	5	6																											
P7	Нормативные документы, регламентирующие работы со штаммами микроорганизмов	11,5	2,5	0,5	2		9	9	3	6																											
Всего (час), без учета промежуточной аттестации:		104	18	6	6	6	86	72	32	18	22	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Всего по дисциплине (час.):		108	18				90	В т.ч. промежуточная аттестация																		4	0	0	0								

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Очная форма обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Изучение влияния различных факторов среды на рост и развитие продуцентов. Фенотипическая изменчивость микроорганизмов	6
P3	2	Летальное и мутагенное действие ультрафиолетовых лучей на клетки <i>Escherichia coli</i> . Изучение индуцированного химического мутагенеза с применением теста Эймса	3
P4	3	Выделение геномной ДНК и её анализ	4
P6	4	Методы хранения микроорганизмов. Изучение защитного действия криопротекторов.	4
Всего:			17

Заочная форма обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Изучение влияния различных факторов среды на рост и развитие продуцентов. Фенотипическая изменчивость микроорганизмов	2
P4	2	Выделение геномной ДНК и её анализ	4
Всего:			6

4.1. Практические занятия

Очная форма обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Требования к промышленным продуцентам	2
P2	2	Генотипическая изменчивость микроорганизмов	2
P3	3	Применение ауксотрофных мутантов в биотехнологических процессах	2
P4	4	Геномные библиотеки и их конструирование.	2
P4	5	Методы работы с рекомбинантными ДНК	3
P5	6	Конструирование штаммов-суперпродуцентов первичных метаболитов (на примере L-треонина)	2
P5	7	Конструирование штаммов-суперпродуцентов вторичных метаболитов (на примере и витамина B ₂)	2
P6	8	Методы хранения микроорганизмов	2
Всего:			17

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
Р3	1	Применение ауксотрофных мутантов в биотехнологических процессах	2
Р6	2	Методы хранения микроорганизмов	2
Р7	3	Нормативные документы, регламентирующие работы со штаммами микроорганизмов	2
Всего:			6

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по дисциплине будет осуществляться по следующим основным направлениям:

- углубленное изучение отдельных вопросов дисциплины с использованием предложенного списка литературы и предложенных информационных ресурсов;
- подготовка к практическим занятиям в виде подготовки презентаций по предложенным темам;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к зачёту.

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Зависимость мутационного эффекта от дозы мутагена.
2. Зависимость мутационного эффекта от времени воздействия.
3. Особенности совместного действия мутагенов.
4. Устойчивость мишеней к действию мутагенов.
5. Специфичность мутагенов в отношении результатов воздействия.
6. Специфичность на хромосомном уровне, или региональная специфичность.
7. Межлокусная специфичность (2 докладчика).
8. Специфичность мутагенов в отношении степени и характера изменения генетического материала.
9. Внутрилокусная специфичность (2 докладчика).
10. Мутации и деление клеток.
11. Роль репликации генов в возникновении мутаций.
12. Мутации и синтез белка
13. Сравнение действия физических и химических мутагенов.
14. Проникновение мутагенов в клетки, проникающая способность и распределение мутагена в клетке.
15. Действие мутагена в клетке (прямое или опосредованное).
16. Влияние белков на характер взаимодействия мутагена с нуклеиновыми кислотами.
17. Первичные мутации.
18. Стабилизация первичных мутаций.
19. Проявление мутации на фенотипическом уровне.
20. Антимутагены. Механизм действия.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Создание штаммов-продуцентов методами геной инженерии

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Способы получения нужного гена.
2. Конструирование штамма-суперпродуцента первичных и вторичных метаболитов
3. Конструирование штамма.
4. Индуцированный химический мутагенез.
5. Хранение микроорганизмов

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1												
P2				*								
P3				*								
P4												
P5				*								
P6												
P7												

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)****8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Шмид, Рольф. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. А.А. Виноградовой и А.А. Синюшина ; под ред. Т.П. Мосоловой и А.А. Синюшина. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 324 с.: ил. — Библиогр.: с. 294-316. — Указ.: с. 318-320. — ISBN 978-5-94774-767-6.
2. Брюханов, Андрей Леонидович. Молекулярная микробиология = Molecula microbiology: учебник для вузов / А.Л. Брюханов, К.В. Рыбак, А.И. Нетрусов ; под ред. А.И. Нетрусова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. — 476, [1] с. : ил. — Допущено Учеб.-метод. об-нием по клас. унив. образованию. — Парал. загл. и рез. англ. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 468-477. — ISBN 978-5-211-05486-8.
3. Инге-Вечтомов, Сергей Георгиевич. Генетика с основами селекции: учебник для вузов / С.Г. Инге-Вечтомов. — 2-е изд., [перераб. и доп.]. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — 718 с.: ил., цв. ил. — Рек. Учеб.-метод. об-нием по клас. унив. образованию. — Библиогр.: с. 686-696. — Имен. указ.: с. 704-707. — Предм. указ.: с. 708-718. — ISBN 978-5-94869-105-3.
4. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология: Учебник для биологических специальностей ВУЗов. 7-е издание - М.: Academia, 2012. – 464 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Биотехнология: теоретический и научно-практический научный журнал. – М.: ФГУП "Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов". – Режим доступа: www.genetika.ru/journal/
2. Дымшиц, Григорий Моисеевич. Молекулярные основы современной биологии: учебное пособие. — Новосибирск: [Новосибирский государственный университет], 2012. — 250 с.: ил. — ISBN 978-5-4437-0114-1.
3. Общая биотехнология: учебник: [для вузов по направлению 06.03.01 "Биология" и смежным направлениям] / В.В. Ревин, Н.А. Атыкян, В.Н. Водяков и др.] ; М-во образования и науки РФ, Мордовский гос. ун-т им. Н. П. Огарева. — 2-е изд., доп. и перераб. — Саранск: Издательство Мордовского университета, 2015. — 603, [1] с.: ил. — (Учебники Мордовского университета). — Рек. Учеб.-метод. об-нием по клас. унив. образованию. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 592-594 (51 назв.). — ISBN 978-5-7103-3075-3.
4. Левитин, Вадим. Удивительная генетика / Вадим Левитин. — Москва: ЭНАС-КНИГА, 2013. — 254, [1] с. : ил. — (О чем умолчали учебники). — Библиогр.: с. 254-255. — ISBN 978-5-91921-132-7.
5. Промышленная дезинфекция и антисептика: уч. пос. / В.А. Галынкин и др. – СПб.: Проспект Науки, 2008. – 232 с.
6. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: Колос С, 2004. – 296 с.
7. Вестник биотехнологии и физико-химической биологии: журнал. Электронное периодическое издание Общества биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова – Режим доступа: www.biorosinfo.ru
8. Прикладная биохимия и микробиология: журнал. – Режим доступа: www.inbi.ras.ru/pbm/pbm.html
9. Журнал «Микробиология».

9.2. Методические разработки

- Микробиологический практикум в 2 частях : учебно-методическое пособие / Г.С. Сакович, М.А. Безматерных. Екатеринбург: УрФУ, 2013. Ч.1. 90 с.
- Микробиологический практикум в 2 частях : учебно-методическое пособие / Г.С. Сакович, М.А. Безматерных. Екатеринбург: УрФУ, 2013. Ч.2. 92 с.
- Основы биотехнологии. Часть 1. Асептика. Антисептика. Стерильность в БТ процессе: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 89 с.

Основы биотехнологии. Часть 2. Питательные среды, характеристика, классификация, состав и приготовление: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 96 с.

9.3. Программное обеспечение

Пакет программ Microsoft Office

Электронное учебное издание «Биотехнология» / ЗАО «Новый диск», 2004.

Телефильмы.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.cato.com/biotech> Виртуальная библиотека «Biotechnology Information Directory Service»

2. <http://www.biengi.ac.ru> Сайт научного совета по биотехнологии (Центр «Биоинженерия») Российской академии наук (ЦБ РАН).

3. <http://www.ibch.ru> Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (Москва).

4. <http://www.genebee.msu.ru> Институт физико-химической биологии им. Белозерского МГУ (Москва).

5. <http://www.genetika.ru> ГосНИИГенетика (Москва)

6. http://www.rusbiotech.ru/spec_razd/statii

7. <http://www.bio.org>

8. Электронные ресурсы зональной библиотеки УрФУ <http://lib.urfu.ru>

9.4. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

– изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

– самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием рекомендуемой литературы, специальной учебной и научной литературы, Internet-ресурсов, информационных баз и методических разработок;

– закрепление теоретического материала при проведении практических и лабораторных работ с использованием учебного оборудования;

Образовательный процесс обеспечен специализированными аудиториями с персональными компьютерами и проекторами для проведения лекционных и практических занятий (Х-260, Х-258, ХФ-010), а также лабораториями со специальным современным оборудованием (Х-251, ХФ-403).

Оборудование специализированной биотехнологической лаборатории: ферментатор; шейкер-инкубатор; УФ-спектрометр; качалки, термостат; настольная центрифуга; рН-метры; магнитные мешалки; биологические и стереоскопические микроскопы; фотоаппарат, включенный в микроскоп; вакуумный испаритель; автоклав (стерилизатор); амплификатор; комплект для проведения электрофореза.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Методы получения промышленных штаммов продуцентов»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не применяется, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не применяется.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекционных занятий</i>	7, 1-8	14
<i>Активная работа на лекционных занятиях</i>	7, 1-8	14
<i>Домашняя работа</i>	7, 1-17	72
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
<i>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	7, 9-17	14
<i>Представление презентаций по темам занятий</i>	7, 9-17	46
<i>Контрольная работа</i>	7, 9-17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
<i>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет.</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лабораторных работ</i>	7, 9-17	14
<i>Коллоквиумы</i>	7, 9-17	40
<i>Отчёты по лабораторным работам</i>	7, 9-17	46
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
<i>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– нет.</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Методы получения промышленных штаммов продуцентов»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Методы получения промышленных штаммов продуцентов»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знание биохимии и генетики микроорганизмов, узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, – проявляет знание основных методов получения промышленных штаммов микроорганизмов, – проявляет знание основных технологий хранения продуцентов, – может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. 	<p>Студент уверенно воспроизводит, демонстрирует и понимает полученные знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биохимии, генетики и физиологии микроорганизмов, использующихся в конкретных производственных процессах и затрудняющих их качественную реализацию: самостоятельно воспроизводит и может применить эти знания, – основных селекционных и генноинженерных методов получения продуцентов в биотехнологических процессах, – основных технологий хранения продуцентов. <p>Студент может самостоятельно систематизировать полученные знания, устанавливать взаимосвязи между ними, продуктивно применять в знакомых ситуациях.</p>	<p>Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях в области:</p> <ul style="list-style-type: none"> – биохимии, генетики и физиологии микроорганизмов, использующихся в конкретных производственных процессах: самостоятельно воспроизводит и может применить эти знания, – селекционных и генноинженерных методов получения продуцентов в биотехнологических процессах, – основных технологий хранения продуцентов. <p>Студент уверенно воспроизводит, демонстрирует и понимает полученные знания передового опыта внедрения зарубежных технологий в отечественные предприятия и организации.</p>
Умения	<p>Студент умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно выполнять действия по выбору метода из числа известных. 	<p>Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на осно-</p>	<p>Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (техно-</p>

		<p>ве комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации.</p> <p>Студент должен демонстрировать умение выявлять причины несоответствия показателей качества полученных целевых объектов и предлагать решения по их устранению, умение оценивать, выбирать и использовать различные технологии получения промышленных штаммов продуцентов практически ценных биотехнологических продуктов.</p>	<p>логий) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации.</p> <p>Студент должен демонстрировать умение выявлять причины несоответствия показателей качества полученных целевых объектов и предлагать решения по их устранению, умение оценивать, выбирать и использовать различные технологии получения промышленных штаммов продуцентов практически ценных биотехнологических продуктов, оценить основные направления развития и инновационной деятельности в области получения продуцентов с новыми свойствами.</p>
Личностные качества	<p>Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу</p>	<p>Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.</p>	<p>Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.</p>

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Какие ферменты используются для получения протопластов бактериальных клеток, растительных клеток?
2. Какие химические агенты используют для разрушения клеток при выделении ДНК?
3. Какой процесс называется созданием геномной библиотеки?
4. Какие две стратегии химического синтеза гена длиной 0,5 kbp вы можете предложить? Какую из них вы предпочтёте и почему?
5. Какие существуют способы вывода секретированных белков за пределы наружной мембраны бактерий?
6. Опишите технологию построения рестрикционной карты ДНК. Что они позволяют определить?

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Группы микроорганизмов, имеющие промышленное применение, требования к промышленным штаммам.
2. Методы хранения микроорганизмов, сохраняющие приобретённые микроорганизмами признаки.
3. Методы хранения микроорганизмов, восстанавливающие потерянные при хранении ценные производственные признаки микроорганизмов.

Селекционные методы создания промышленных штаммов продуцентов:

1. Методы совершенствования биообъектов. Традиционные методы селекции. Отбор спонтанных мутаций. Индуцированные мутации. Классификация мутаций. Проблемы генетической стабильности мутантов по признаку образования целевого биотехнологического продукта.
2. Способы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы, применяемые в селекционной работе со штаммами. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Принципы действия разных классов мутагенов.
3. Способы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы, применяемые в селекционной работе со штаммами. Индуцированный мутагенез. Совместное действие мутагенов. Факторы, влияющие на характер и интенсивность действия мутагенов, их влияние на полученный результат.

4. Способы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Методы, применяемые в селекционной работе со штаммами. Ступенчатая селекция. Недостатки метода. Примеры применения.
 5. Методы, применяемые в селекционной работе со штаммами. Метод изменения направления нормальных путей биосинтеза. Методы создания и отбора ауксотрофных мутантов.
 6. Методы, применяемые в селекционной работе со штаммами. Методы изменения работы систем, обеспечивающих перенос вещества через мембраны.
 7. Адаптационная изменчивость. Как используется для получения промышленных штаммов микроорганизмов.
 8. Рекомбинационные методы создания производственных штаммов: гибридизация. Механизм гибридизации. Достигнутые результаты. Примеры. Различия в рекомбинации природных штаммов и промышленных штаммов эукариот.
 9. Рекомбинационные методы создания производственных штаммов: конъюгация. Типы используемых клеткой плазмид. Механизм конъюгации. Достигнутые результаты. Примеры.
 10. Рекомбинационные методы создания производственных штаммов: трансформация. Механизм трансформации. Компетентность клеток и методы её создания. Достигнутые результаты. Примеры.
 11. Рекомбинационные методы создания производственных штаммов: трансдукция. Механизм трансдукции. Общая и специфическая трансдукция.Abortивная трансдукция. Достигнутые результаты. Примеры.
 12. Совершенствование биообъектов методами клеточной инженерии. Гибридомы. Значение гибридом для производства современных диагностических препаратов.
 13. Совершенствование биообъектов методами клеточной инженерии. Протопластирование. Классификация методов получения протопластов.
 14. Совершенствование биообъектов методами клеточной инженерии. Слияние протопластов. Получение новых организмов, их особенности и возможности. Протопластирование и "активация молчащих генов".
- Генно-инженерные методы создания промышленных штаммов продуцентов:*
1. Основные этапы создания генно-модифицированных организмов методом генной инженерии.
 2. Ферменты, используемые в генетической инженерии. Способы разрезания и соединения фрагментов ДНК.
 3. Понятие вектора в генетической инженерии, требования к ним. Векторные молекулы на основе плазмидной и фаговой ДНК, гибридные векторы. Классификация плазмид.
 4. Понятие вектора в генетической инженерии, требования к ним. Векторные молекулы на основе вирусов.
 5. Понятие вектора в генетической инженерии, требования к ним. Способы переноса больших фрагментов ДНК.
 6. Клонлируемая ДНК, способы ее получения. Расшифровка последовательности нуклеотидов в ДНК методом секвенирования. Методы разделения и идентификации фрагментов молекул ДНК.
 7. Амплификация клонируемой ДНК методом ПЦР. Методы разделения и идентификации фрагментов молекул ДНК.
 8. Особенности организации генов про- и эукариот, особенности матричных синтезов в клетке. В связи с этим способы конструирования рекомбинантной ДНК для её эффективной работы в клетке-реципиенте.
 9. Основные этапы создания рекомбинантной ДНК и получения генно-инженерного продукта.
 10. Последовательность операций при включении чужеродного гена в векторную молекулу.
 11. Перенос вектора с чужеродным геном в микробную клетку. Компетентные клетки.

12. Подбор клетки-хозяина и способы внедрения в неё рекомбинантной ДНК. Клонирование трансформированных клеток.
13. Методы обнаружения и накопления рекомбинантных молекул.
14. Практическое значение генно-инженерных штаммов.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СТРУКТУРА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Основы биотехнологических производств	Код модуля 1132114
Образовательная программа Биотехнология	Код ОП 19.03.01/01.01
Направление подготовки Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 19.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Садчикова Елена Владимировна	доцент, к.х.н.	доцент	технологии органического синтеза	

Руководитель модуля

М.А. Безматерных

Рекомендовано учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от 10 октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «СТРУКТУРА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Биотехнология – современное направление, объединяющее достижения комплекса наук биологического, химического и технического профиля и имеющее огромное значение для различных сфер хозяйственной деятельности человека – воспроизводства пищевых и лекарственных веществ, минерального сырья и энергетических ресурсов, рационального использования ресурсов биосферы и охраны окружающей среды.

Курс «Структура биотехнологических производств» основой для реализации и изучения базовых закономерностей протекания биотехнологических процессов и представляет в образовательной программе вводную теоретическую базу для последующих спецкурсов, таких как: теоретические основы биотехнологии, промышленная биотехнология, основы медицинской биотехнологии, оборудование биотехнологических производств. В нем рассматриваются общие характеристики объектов биотехнологических производств, условия их выделения и хранения, типы питательных сред для различных продуцентов и условия их приготовления. Даются характеристики и особенности организации основных и вспомогательных этапов технологических процессов, условий и режимов их реализации, видов промышленного и лабораторного оборудования для их аппаратурного оформления. Также обсуждаются общие характеристики конечных продуктов биопроцессов и основные принципы их выделения, очистки и хранения.

Для освоения данного курса необходимы базовые знания и практические навыки, которые студенты должны получить по органической и физической химии, микробиологии, процессам и аппаратам биотехнологии, методам стандартизации и сертификации биотехнологических продуктов: «Естественнонаучные основы профессиональной деятельности», «Современный курс физической химии и химии БАВ», «Управление качеством в биотехнологических производствах», «Живые системы».

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом освоения дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность применять базовые знания в области естественных и технических наук при планировании и проведении экспериментальных исследований, используя современные биологические, химические и физико-химические методы и инструментальные средства для идентификации биообъектов и биологически активных веществ (ДПК-1-ТОП1-ТОП2);
- обладание навыками организации проведения биотехнологического процесса с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии, а также комплексного их применения (ДПК-2-ТОП1-ТОП2);
- обладание навыками применения типовых технологических схем и модульных установок для производства широкого спектра продуктов биоорганического синтеза, их биотрансформации и стабилизации (ДПК-4-ТОП1);
- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмене, принципах масштабирования и моделирования биотехнологических процессов (ДПК-5-ТОП1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- научные основы биотехнологии;
- основные направления производства полезных веществ;
- основы инженерной энзимологии;
- методы и возможности генной и клеточной инженерии;
- основы использования биотехнологии как альтернативы в сельском хозяйстве;
- основы экологической биотехнологии.

Уметь:

- ориентироваться в современных направлениях и методах биотехнологии;
- использовать знания о биотехнологии при изучении специальных дисциплин;
- применять полученные знания в рациональном использовании природных ресурсов и охране окружающей среды.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы в микробиологической лаборатории с микрообъектами;
- основами проектирования биотехнологического производства.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				6
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

По заочной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	18	18	18
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	10	10	10
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	90	2,7	90
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение в биотехнологию	Биотехнология как наука и сфера производства. Связь биотехнологии с другими дисциплинами естественнонаучного цикла. История и уровни развития биотехнологии. Основные задачи биотехнологии. Применение биотехнологии в различных отраслях науки и промышленности (обзор). Важнейшие продукты биотехнологии.

		Биотехнология как наукоемкая ("высокая") технология и ее преимущества в экологическом аспекте перед традиционными технологиями. Направления дальнейшего совершенствования биотехнологических процессов.
P2	Биообъекты в биотехнологии	<p>Уровни организации живой материи. Объекты и методы биотехнологии.</p> <p>Биообъекты-микроорганизмы. Эукариоты (простейшие, плесневые грибы, дрожжи). Прокариоты (актиномицеты, эубактерии). Вирусы и бактериофаги. Основные группы получаемых биологически активных соединений.</p> <p>Биообъекты растительного происхождения. Дикорастущие и плантационные растения. Водоросли. Культуры растительных тканей. Основные группы получаемых биологически активных веществ.</p> <p>Биообъекты животного происхождения. Человек как донор. Человек как объект иммунизации. Культуры тканей человека и других млекопитающих. Основные группы получаемых биологически активных веществ.</p> <p>Биообъекты-макромолекулы с ферментативной активностью. Промышленные биокатализаторы на основе индивидуальных ферментов и мультиферментных комплексов. Биоконверсия (биотрансформация).</p>
P3	Стерильные условия в БТ производствах	<p>Физические факторы, благоприятные для роста микроорганизмов. Воздействие на микроорганизмы повреждающих факторов: высокой температуры, излучения, химических веществ. Применение на практике.</p> <p>Асептика и асептичные условия, основное назначение. Дезинфекция и антисептика: промышленная и медицинская. Основные группы химических веществ, использующихся для этих целей.</p> <p>Консервация. Стерилизация, виды стерилизации и объекты стерилизации в лаборатории и на производстве.</p> <p>Стерилизация ферментационного оборудования. "Слабые точки" внутри стерилизуемых емкостей. Проблемы герметизации оборудования и коммуникаций.</p> <p>Использование микроскопии в определении чистоты и подлинности культур промышленных микроорганизмов.</p>
P4	Слагаемые БТ процесса. Инженерные основы биотехнологии	Схема последовательно реализуемых стадий превращения исходного сырья в целевой продукт. Оптимизация биообъекта, процессов и аппаратов как единого целого в биотехнологическом производстве. Подготовительные и основные операции биотехнологического процесса.
P4.1	Посевной материал: характеристика, условия роста и культивирования биообъектов	Многоэтапность подготовки посевного материала. Инокуляторы. Кинетические кривые роста и развития биообъектов в закрытых системах. Связь скорости изменения количества микроорганизмов в экспоненциальной фазе роста с концентрацией клеток в системе. Условия и методы хранения культур. Понятия «чистая» и «накопительная» культура.
P4.2.	Питательные среды: классификация, основное сырье, компоновка, подготовка и стерилизация	<p>Комплексные и синтетические питательные среды. Их компоненты. Концентрация отдельного расходоуемого компонента питательной среды и скорость размножения биообъекта в техногенной нише.</p> <p>Методы стерилизации питательных сред. Критерий Дейндорфера-Хэмфри. Сохранение биологической полноценности сред при их стерилизации. Водоподготовка.</p>

Р4.3.	Стерильный сжатый воздух	Очистка и стерилизация технологического воздуха. Схема подготовки потока воздуха, подаваемого в ферментатор. Предварительная очистка. Стерилизующая фильтрация. Предел размера пропускаемых частиц. Эффективность работы и конструктивные особенности фильтров. Коэффициент проскока.
Р4.4.	Технологические приемы и аппаратное оформление процессов выращивания микроорганизмов и получения метаболитов	Критерии подбора ферментеров при реализации конкретных целей. Классификация биосинтеза по технологическим параметрам. Принципы организации материальных потоков: периодический, полупериодический, отъемно-доливной, непрерывный. Глубинная и поверхностная ферментация. Требования к ферментационному процессу в зависимости от физиологического значения целевых продуктов для продуцента – первичные метаболиты, вторичные метаболиты, высокомолекулярные вещества. Биомасса как целевой продукт. Требования к ферментационному процессу при использовании рекомбинантных штаммов, образующих чужеродные для биообъекта целевые продукты.
Р4.5.	Методы выделения и очистки продуктов биотехнологии	Выделение, концентрирование и очистка биотехнологических продуктов. Специфические особенности первых стадий. Седиментация биомассы. Уравнение скорости осаждения. Коагулянты. Флокулянты. Центрифугирование. Выделение из культуральной жидкости клеток высших растений, микроорганизмов. Отделение целевых продуктов, превращенных в твердую фазу. Сепарирование эмульсий. Фильтрование. Предварительная обработка культуральной жидкости для более полного разделения фаз. Кислотная коагуляция. Тепловая коагуляция. Внесение электролитов. Методы извлечения внутриклеточных продуктов. Разрушение клеточной стенки биообъектов и экстрагирование целевых продуктов. Сорбционная и ионообменная хроматография. Аффинная хроматография применительно к выделению ферментов. Мембранная технология. Классификация методов мембранного разделения. Общность методов очистки продуктов биосинтеза и оргсинтеза на конечных стадиях их получения (из концентратов). Сушка.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

По очной форме обучения, 6 семестр

Объем дисциплины (зач. ед.): 3
Объем модуля (зач. ед.): 15

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																									
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (количество)					Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (количество)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)										
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/н семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Дом. работа на иностр. языке			Перевод инояз. литературы	Курсовая работа	Курсовой проект	Всего (час.)	Контрольная работа	Коллоквиум				
P1	Введение в биотехнологию	22	10	6	4		12	4	2	2			6			1						2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
P2	Биообъекты в биотехнологии	18	6	4	2		12	4	1	3			6			1						2	1									
P3	Стерильные условия в БТ производствах	10	6	4	2		4	2	1	1												2	1									
P4	Слагаемые БТ процесса. Инженерные основы биотехнологии	40	29	20	9		11	7	5	2												4	2									
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	90	51	34	17		39	17	9	8			12			12						10	10									
	Всего по дисциплине (час.):	108	51				57	в т.ч. промежуточная аттестация															0	18	0	0						

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (количество)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (количество)		Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)																
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	Н/н семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Дом. работа на иностр. языке	Перевод инояз. литературы			Курсовая работа	Курсовой проект	Всего (час.)	Контрольная работа	Коллоквиум											
P1	Введение в биотехнологию	12	2	2			10	6	6																														
P2	Биообъекты в биотехнологии	17	4	2	2		13	9	6	3																													
P3	Стерильные условия в БТ производствах	20	4	2	2		16	12	6	6																													
P4	Слагаемые БТ процесса. Инженерные основы биотехнологии	41	8	2	6		33	27	18	9																													
	Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:	90	18	8	10		72	54	36	18																													
	Всего по дисциплине (час.):	108	18				90	в т.ч. промежуточная аттестация																0	18	+	0												

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Очная форма обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	История развития биотехнологии в событиях и лицах. Современное состояние биотехнологической отрасли	2
P1	2	Применение биотехнологии в различных отраслях науки и промышленности. Важнейшие продукты, получаемые биотехнологическими методами	2
P2	3	Биообъекты в биотехнологии: классификация, особенности жизнедеятельности и условия, необходимые для их культивирования	2
P3	4	Стерильные условия – залог успеха биотехнологического процесса. Стерилизация, пастеризация, тиндализация: понятия, область применения. Физические методы обеспложивания	2
P4.1	5	Посевной материал: характеристика, условия роста и культивирования биообъектов	2
P4.2	6	Питательные среды: классификация, основное сырье, компоновка, подготовка и стерилизация	2
P4.3	7	Стерильный сжатый воздух: требования, этапы подготовки, направления использования	2
P4.4	8	Технологические приемы и аппаратное оформление процессов выращивания микроорганизмов и получения метаболитов	2
P4.5	9	Методы выделения и очистки продуктов биотехнологии	1

17

Заочная форма обучения

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P3	1	Стерильные условия – залог успеха биотехнологического процесса. Стерилизация, пастеризация, тиндализация: понятия, область применения. Физические методы обеспложивания	2
P2, P4	2	Подготовительные этапы биотехнологического производства: роль, требования к их выполнению, аппаратное оформление	4
P4	3	Основные биотехнологического производства: культивирование и ферментация, методы выделения и очистки	4

Всего: 10

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Вопросы домашней контрольной работы (предусмотрена только для обучающихся заочно) включают все основные темы дисциплины и выполняются каждым студентом в соответствии с номером его варианта.

РАЗДЕЛ 1. Введение. Биотехнология как учебная и научная дисциплина. Направление ее развития

1.1. Определение термина «Биотехнология». Современная технологическая революция. Особенности высоких технологий. Социальные аспекты развития современной биотехнологии.

1.2. Направления развития биотехнологии. Краткая характеристика и взаимосвязь.

1.3. Связь биотехнологии с другими научными дисциплинами. Цели и задачи, стоящие перед современной биотехнологией.

1.4. Исторические этапы развития биотехнологии. Научно-технические предпосылки возникновения биотехнологии.

1.5. Современное состояние развития основных направлений биотехнологии в Российской Федерации. Перспективы развития промышленных биотехнологических процессов.

1.6. Дискуссии о безопасности новейшей биотехнологии. Биотехнология и биоэтика. Характеристика.

1.7. Основные фармакотерапевтические группы лекарственных средств, получаемых биотехнологическими методами.

1.8. Роль биотехнологических процессов в разработке новых методов анализа и контроля качества.

1.9. Основные характеристики ферментов как промышленных биокатализаторов: активность, стабильность, специфичность, лабильность и др. Биокатализаторы как индивидуальные ферменты и мультиферментные комплексы. Характеристика. Проблемы и пути стабилизации ферментов. Биоконверсия и биотрансформация: характеристика процессов. Использование ферментов. Основные преимущества использования иммобилизованных ферментов и клеток в качестве промышленных биокатализаторов.

1.10. Биосенсоры и биодатчики. Характеристика основных биотехнологических элементов биодатчиков и биосенсоров. Область применения.

1.11. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды биотехнологическими методами. Краткая характеристика.

1.12. Комбинированное использование биосинтеза и органического синтеза при многостадийном получении полупродуктов и целевых продуктов. Примеры.

1.13. Биотехнология и процессы сохранности пищевых продуктов.

РАЗДЕЛ 2. Биотехнологические схемы производств

2.1. Биотехнологический процесс как базовый этап, обеспечивающий сырье для получения лекарственных и профилактических препаратов.

2.2. Биотехнологический процесс как базовый этап, обеспечивающий сырье для получения диагностических препаратов.

2.3. Биотехнологический процесс как промежуточный или заключительный этап производства препарата.

2.4. Жизнеобеспечение макро- и микрообъектов.

2.5. Жизнеобеспечение микроорганизмов как источника биомассы.

2.6. Защита биообъектов от контаминации.

2.7. Жизнеобеспечение культур клеток высших растений и животных. Защита от контаминации.

2.8. Обеспечение эффективной работы биообъектов, используемых как промышленные катализаторы.

2.9. Сочетание условий для поддержания жизнеобеспеченности биообъекта и максимального синтеза целевого продукта при сложном варианте биотехнологического процесса.

- 2.10. Направленная регуляция состава питательной среды и воздействия физических факторов в течение ферментации.
- 2.11. Предшественники целевого продукта и время их внесения в среду при проведении биотехнологического процесса.
- 2.12. Значение асептики в биотехнологических процессах. Борьба с микробами-контаминантами в биологических производствах. Классификация производственных помещений по классам чистоты. Способы обеспечения требуемой чистоты.
- 2.13. Классификация и номенклатура основных групп биологически активных соединений, получаемых при использовании биообъектов-микроорганизмов.

РАЗДЕЛ 3. Слагаемые биотехнологического процесса производства

- 3.1. Понятие о биотехнологическом процессе. Классификация биотехнологических процессов (биологические, биохимические, биоаналитические).
- 3.2. Классификация биотехнологических процессов по условиям проведения, стадиям реализации. Классификация биотехнологических процессов по механизму образования конечных продуктов (биосинтез и биотрансформация).
- 3.3. Понятие об управляемых и неуправляемых биотехнологических процессах. Классификация биотехнологических процессов по типу (простые, совместные, последовательные, ступенчатые).
- 3.4. Состав питательных сред. Процесс их изготовления. Методы стерилизации питательных сред: периодический, непрерывный. Характеристика методов.
- 3.5. Подготовка стерильного воздуха, используемого в производстве, для проведения процесса аэрации. Способы очистки воздуха. Характеристика фильтрующих материалов, применяемых для стерилизации воздуха. Технологическая схема сжатия и очистки воздуха, используемого в производстве.
- 3.6. Виды режимов проведения биотехнологических процессов (периодический, полупрерывный, непрерывный). Характеристика. Источники тепла при проведении процесса ферментации. Уравнение теплового баланса процесса ферментации. Способы поддержания теплового режима в ферментаторах.
- 3.7. Биореакторы. Определение. Классификация биореакторов (для анаэробов и аэробов, по соотношению диаметра и высоты, по способу ввода энергии в аппарат и т.д.). Понятие о химической, биологической, физической коррозии оборудования. Способы защиты от коррозии. Способы обеспечения эксплуатационной надежности технологического оборудования.
- 3.8. Аппаратура для выращивания растительных клеток. Устройство. Особенности конструкции. Этапы выращивания растительных клеток. Аппаратурное оформление процесса (перемешивающие устройства, биореакторы с проточной системой).
- 3.9. Культивирование – первый этап биотехнологического процесса. Характеристика. Ферментация – второй этап биотехнологического процесса. Характеристика. Особенности культивирования животных клеток при выращивании поверхностных и суспензионных культур.
- 3.10. Способы выделения целевых продуктов биосинтеза. Классификация. Осаждение и концентрирование как способы выделения целевого продукта биосинтеза. Характеристика способов. Этапы выделения клеток и растворимых метаболитов при проведении биотехнологического процесса. Характеристика.
- 3.11. Методы выделения целевых продуктов биосинтеза или клеток с использованием седиментации, декантации, коагуляции, фильтрования, центрифугирования, флотации, экстракции. Характеристика методов. Аппаратурное оформление.
- 3.12. Методы выделения веществ или клеток с помощью мембран. Экстракция, ионный обмен, сорбция как способы выделения целевого продукта биосинтеза. Характеристики методов, применяемое оборудование.
- 3.13. Аппаратура для выращивания животных клеток. Устройство. Особенности конструкции. Этапы выращивания животных клеток. Аппаратурное оформление процесса (перемешивающие устройства, биореакторы с проточной системой).

РАЗДЕЛ 4. Контроль и управление биотехнологическими процессами. GMP

- 4.1. Современное состояние средств и методов автоматического контроля в биотехнологии.
- 4.2. Контроль состава технологических растворов и газов при проведении биотехнологического процесса.
- 4.3. Контроль концентрации субстратов и биотехнологических продуктов (биохимические методы контроля, оптические и др.).
- 4.4. Электроды и биосенсоры на основе иммобилизованных клеток, используемые для контроля при биотехнологическом производстве.
- 4.5. Основные теории автоматического регулирования биотехнологического процесса (статические и динамические характеристики биотехнологических объектов).
- 4.6. Классификация объектов управления биотехнологическим процессом в зависимости от динамических характеристик. Применение автоматических систем управления технологическим процессом на различных этапах производства и получения биотехнологических продуктов.
- 4.7. Особенности требований GMP к биотехнологическому производству. Основные части и разделы правил GMP.
- 4.8. Система GLP (Good Laboratory Practice) и GCP (Good Clinical Practice). Испытание веществ на микробную обсемененность, пирогенность, острую, надострую и хроническую, специфическую токсичность и т.д.
- 4.9. Принципы осуществления постоянного мониторинга условий культивирования и состояния клеток.
- 4.10. Методы контроля полученного продукта (биологические тесты, тесты на определение вредных примесей, на идентичность белка и пр.).
- 4.11. Параметры технологического процесса, контролируемые при культивировании биообъектов. Факторы, влияющие на газо- и теплообмен при культивировании биообъектов.
- 4.12. Оценка эффективности накопления биомассы. Пути метаболизма различных организмов: анаболизм, амфиболизм, катаболизм. Виды транспорта питательных веществ через мембраны клеток. Механизмы простой, облегченной диффузии и активного транспорта.
- 4.13. Отходы биотехнологических производств. Характеристика. Факторы, влияющие на качество и количество отходов биотехнологических производств. Очистка жидких отходов. Способы утилизации твердых отходов.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Обмен веществ как совокупность реакций катаболизма и анаболизма. Способы получения микроорганизмами энергии. Биологическое окисление. Органические и неорганические доноры и акцепторы электронов (водорода). Особенности электрон-транспортных систем различных групп микроорганизмов. Аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение.
2. Аэробное окисление органических веществ. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами. Окисление углеводов. Метилотрофы. Практическое использование этих процессов, их значение в процессах очистки техногенных потоков и объектов окружающей среды. Окисление клетчатки и сопровождающих ее веществ. Значение процессов в природе и практике.
3. Анаэробное окисление органических веществ: брожения. Их практическое использование. Анаэробное дыхание. Карбонатное дыхание. Диссимиляционная сульфатредукция. Диссимиляционная нитратредукция. Значение процессов в природе и практике.
4. Неполное окисление органических субстратов. Трансформация. Практическое использование.

5. Окисление неорганических соединений. Нитрификаторы, серо-, железобактерии. Окисление молекулярного водорода. Фототрофные микроорганизмы. Особенности бактериального фотосинтеза.
6. Осаждение, диализ, ультрафильтрация. Ультрацентрифугирование.
7. Хроматографические методы разделения веществ. Хроматографические материалы. Адсорбционная, распределительная, обращенно-фазовая, гель-проникающая, ионообменная и биоспецифическая хроматография. Оборудование для хроматографии.
8. Электромиграционные методы разделения веществ. Зональный электрофорез. Стационарный электрофорез. Капиллярный электрофорез. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот.
9. Методы установления первичной структуры белков. Методы установления пространственной структуры: спектроскопия ЯМР и рентгеноструктурный анализ. Методы анализа первичных структур. Методы анализа пространственных структур. Молекулярное моделирование. Подходы к анализу структурно-функциональной организации белковых молекул.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Тематика контрольных работ соответствует темам лекционного курса в соответствии с учебным планом.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Тематика коллоквиумов соответствует темам практических и лабораторных работ, предусмотренных учебным планом.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1												
P2				+								
P3				+								
P4		+		+								

6. **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**
7. **ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**
8. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**
9. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Ревин В.В. Общая биотехнология: учебник для вузов / В.В. Ревин, Н.А. Атыкян, В.Н. Водяков и др. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2015. – 603 с. *или* Ревин В.В. Введение в биотехнологию: от пробирки до биореактора: учеб. пособие / В.В. Ревин, Д.А. Кадималиев, Н.А. Атыкян. – Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2006. – 256 с.
2. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: справочник / Р. Шмид; пер. с нем. А.А. Виноградовой, А.А. Синюшина; под ред. Т.П. Мосоловой, А.А. Синюшина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 325 с. *или* 2015. – 327 с.
3. Основы биотехнологии: учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: «Академия», 2003. – 208 с. *или* 2006. – 208 с. *или* 2008. – 207 с. *или* 2010. – 256 с.
4. Орехов С.Н. Биотехнология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. – М.: «Академия», 2014. – 282 с. *или* Сазыкин Ю.О. Биотехнология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. – М.: «Академия», 2006. – 256 с. *или* 2008. – 256 с.
5. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология: учеб. пособие для студентов учреждений высш. проф. обр. / С.Н. Орехов и др.; под ред. В.А. Быкова, А.В. Катлинского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 384 с.
6. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология. Руководство к практическим занятиям: учебное пособие / С.Н. Орехов и др.; под ред. А.В. Катлинского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 376 с. *или* М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 432 с.
7. Биотехнология: учебник / И.В. Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др.; под ред. акад. РАСХН Е.С. Воронина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 792 с. *или* 2008. – 704 с.
8. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория и практика: Учебное пособие для вузов / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина; под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. – М.: Издательство Оникс, 2009. – 496 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Квеситадзе Г.И. Введение в биотехнологию / Г.И. Квеситадзе, А.М. Безбородов. – М.: Наука, 2002. – 284 с.
2. Безбородов А.М. Ферментативные процессы в биотехнологии / А.М. Безбородов, Н.А. Загустина, В.О. Попов. – М.: Наука, 2008. – 335 с.
3. Безбородов А.М. Микробиологический синтез / А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 144 с.
4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии / В.В. Бирюков. – М.: Колос С, 2004. – 296 с.
5. Галынкин В.А. Основы фармацевтической микробиологии: Учебное пособие / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, В.И. Кочеровец, Т.С. Потехина, Н.Д. Бунятян. – СПб.: «Проспект Науки», 2008. – 304 с.

6. Галынкин В.А. Питательные среды для микробиологического контроля качества лекарственных средств и пищевых продуктов: Справочник / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, В.И. Кочеровец, И.З. Курбанова. – СПб.: «Прспект Науки», 2006. – 336 с.
7. Галынкин В.А. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии с основами асептики и биотехнологии: Учебное пособие / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, Т.С. Потехина. – Курск: КГМУ, 2002. – 236 с.
8. Градова Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств: учебное пособие / Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 136 с.
9. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
10. Поляк М.С. Питательные среды для медицинской и санитарной микробиологии / В.И. Сухаревич, М.Э. Сухаревич. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2008 – 352 с.
11. Максимов Г.В. Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии / Г.В. Максимов, В.Н. Василенко, В.Г. Максимов, А.Г. Максимов. – М.: Вузовская книга. – 2004. – 208 с.

9.2. Методические разработки

1. Выполнение и оформление контрольной работы по биотехнологии: методические рекомендации / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург, УГМА, 2010. – 52 с.
2. Основы биотехнологии. Часть 1. Асептика. Антисептика. Стерильность в БТ процессе: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 89 с.
3. Основы биотехнологии. Часть 2. Питательные среды, характеристика, классификация, состав и приготовление: учебное пособие / Е.В. Садчикова. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 96 с.
4. Терминологический словарь по биотехнологии / А.Ю. Петров, Е.В. Садчикова, В.И. Мягких, В.И. Бойко; Под ред. А.Ю. Петрова. – Екатеринбург: УГМА, 2013. – 24 с.

9.3. Программное обеспечение

Пакеты программ Microsoft Office, ChemOffice, IsisDraw.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» – <http://cbio.ru/>.
 Научный электронный журнал «Живые системы» – <http://biorf.ru/>.
 Биотехнологический портал – <http://bio-x.ru/>.
 Сайт о промышленной биотехнологии – <http://sredovarka.ucoz.com/>.
 Новостной портал о биотехнологии – <http://biofact.by/>.
 Зональная библиотека УрФУ – <http://lib.urfu.ru/>.
 Центр биоинженерии РАН – <http://www.biengi.ac.ru/>.
 Единое окно доступа к информационным ресурсам – <http://window.edu.ru/>.
 Электронное пособие по биотехнологии – <http://www.rusdocs.com/biotexnologii>.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором при проецировании изображения на настенный экран.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Структура биотехнологических производств»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не применяется, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не применяется.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>посещение лекций</i>	6, 1–8	30
<i>выполнение творческой работы № 1</i>	6, 4–10	35
<i>выполнение творческой работы № 2</i>	6, 9–16	35
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические / семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических / семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>посещение практических занятий</i>	6, 9–17	25
<i>выполнение контрольной работы № 1</i>	6, 9	15
<i>выполнение контрольной работы № 2</i>	6, 10	15
<i>выполнение контрольной работы № 3</i>	6, 12	15
<i>выполнение контрольной работы № 4</i>	6, 14	15
<i>выполнение контрольной работы № 5</i>	6, 16	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим / семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим / семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Методы выделения биотехнологических продуктов»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Структура биотехнологических производств»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Контрольная работа № 1. «Биотехнология как наука и сфера производства»

Вариант № 1

1. Биотехнология как наука и область промышленного производства. Направления развития и практического использования БТ процессов.
2. Преимущества и недостатки БТ производств по отношению к другим альтернативным технологиям.

Вариант № 2

1. История развития и основные этапы формирования биотехнологии как науки и сферы производства, ключевые даты и события.
2. Сегменты современной БТ и перспективы их развития. Основные цели и задачи, стоящие перед БТ.

Контрольная работа № 2. «Стерильность как залог успеха биотехнологических производств»

Вариант № 1

1. Физические методы стерилизации (без тепловых): условия, область применения в БТ производстве, достоинства и недостатки.
2. Понятия «асептика», «антисептика», «дезинфекция», «стерилизация», их значение для БТ производств. Пастеризация и тиндализация: принцип метода, область применения.

Вариант № 2

1. Тепловые (термические) методы стерилизации: условия, область применения в БТ производстве, достоинства и недостатки.
2. Химические методы стерилизации: условия, область применения в БТ производстве, достоинства и недостатки.

Контрольная работа № 3. «Биообъекты в биотехнологических производствах»

Вариант № 1

1. Посевной материал: понятие, этапы подготовки. Посев и пересев, закономерности роста и развития культур, используемых в биотехнологии.
2. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов.

Вариант № 2

1. Понятия «штамм», «культура», «посевной материал». Классификация штаммов, применяемых в БТ.
2. Методы хранения культур микроорганизмов: условия, достоинства и недостатки, область применения.

Контрольная работа № 4. «Подготовительные этапы биотехнологических производств: подготовка стерильного сжатого воздуха и стерильной питательной среды»

Вариант № 1

1. Фильтры для очистки газов: понятие, характеристика, требования к конструкционным особенностям и фильтрующим материалам. Критерии работы фильтров, их классификация. Рекомендации по выбору режимов работы фильтров.
2. Требования, предъявляемые к разработке и приготовлению питательных сред для биотехнологических производств. Классификации питательных сред. Показатели качества питательных сред.

Вариант № 2

1. Функции стерильных сжатых газов в микробиологической технологии. Подготовка стерильного сжатого воздуха: типовая технологическая и аппаратная схема очистки. Очистка отработанного воздуха при проведении биотехнологических процессов.
2. Основные компоненты, используемые при компоновке питательных сред, способы их подготовки. Сырье и условия получения. Уплотнители питательных сред.

Вариант № 3

1. Классификация фильтрующих материалов для стерилизации технологического воздуха, область их использования. Способы стерилизации фильтрующих материалов.
2. Режимы тепловой стерилизации питательных сред: достоинства, недостатки. Аппаратурное оформление процесса. Область применения.

Контрольная работа № 5. «Стадии культивирования и ферментации в биотехнологических производствах»

Вариант № 1

1. Ферментаторы: классификация. Основные конструктивные особенности, их значение для технологического процесса.
2. Сравнение хемостатного и турбидостатного режимов культивирования биообъектов.

Вариант № 2

1. Классификация биотехнологических процессов, основные этапы и режимы.

2. Классификация биореакторов по способу подвода энергии, их основные конструктивные особенности.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Биотехнология как наука и сфера производства. Предмет, цели и задачи биотехнологии. Этапы развития, основные технологические процессы и продукты, их применение в различных областях хозяйства. Связь биотехнологии с другими научными дисциплинами. Роль биотехнологии в технологиях будущего и основные отличия ее от других технологий.
2. Преимущества микробиологического синтеза перед другими способами получения. Общие принципы конструирования штаммов микроорганизмов – продуцентов первичных и вторичных метаболитов.
3. Оцените степень безопасности работы с микроорганизмами. Правила работы в базовой, режимной и генно-инженерной лабораториях. Возможные чрезвычайные происшествия в биотехнологических лабораториях и их ликвидация. Возможное вредное воздействие на природу биотехнологии и пути уменьшения этого воздействия.
4. Биообъекты как средство производства лекарственных, профилактических и диагностических средств. Классификация и характеристика биообъектов. Микроорганизмы и макроорганизмы. Группы микроорганизмов, имеющих промышленное применение.
5. Принципы культивирования микроорганизмов. Требования к промышленным штаммам микроорганизмов. Хранение производственных штаммов микроорганизмов.
6. Способы создания промышленных штаммов микроорганизмов. Выбор природного штамма, методы изменения нормальных путей биосинтеза, применение в практической работе.
7. Этапы приготовления посевного материала для культивирования. Стадии роста и развития культуры микроорганизмов. Факторы процесса ферментации, способы их поддержания на оптимальном уровне. Недостатки и преимущества различных методов хранения клеточных культур.
8. Существующие различия в клеточном цикле у прокариот и эукариот. Сравните отдельные фазы роста культуры. В чем заключаются их основные различия? Методы расчета скорости роста и времени генерации культуры.
9. Значение асептики в биотехнологических процессах. Борьба с микробами-контаминантами в производственных процессах. Подготовка стерильного сжатого воздуха, очистка отработанного воздуха при проведении биотехнологических процессов.
10. Питательные среды в производстве биологически активных веществ, классификация. Требования к составу, концентрации, композиции в зависимости от целей культивирования. Определите отношение микроорганизмов к источникам питания и энергии. Какие питательные среды являются полноценными?
11. Основные источники углеродного, азотного питания, роль витаминов, микроэлементов, предшественников. Температура, рН среды – их роль и значение.
12. Условия и способы приготовления питательных сред. Методы стерилизации питательных сред и оборудования. От каких факторов зависит выбор способа стерилизации оборудования и питательных веществ?
13. Единая система GLP, GCP, GMP в производстве лекарственных препаратов. Особенности GMP в биотехнологическом производстве.
14. Структура биотехнологического производства. Слагаемые биотехнологического процесса. Основные принципы биотехнологического производства. Подготовительные операции.

15. Структура биотехнологического производства. Слагаемые биотехнологического процесса. Стадии ферментации, концентрирования, выделения и очистка продуктов микробиологических производств.
16. Аппаратурное оснащение биотехнологических процессов. Особенности культивирования биообъектов. Основные параметры контроля и управления биотехнологическими процессами. Ферментаторы периодического и непрерывного действия. Особенности конструкции, связанные со специфичностью биообъектов.
17. Конструктивные особенности ферментаторов и посевных аппаратов, обеспечивающие массо- и теплообмен, стерильные условия проведения процесса. Общие требования к конструкции ферментаторов.
18. Перемешивающие устройства. Тенденции в развитии оборудования для ферментации. Аэрация и перемешивание, их влияние на массоперенос кислорода в системе: воздух → среда → клетка. Конструкции барботеров и мешалок.
19. Причины образования пены в процессе культивирования. Вспенивание и пеногашение. Современные химические и механические пеногасители. Автоматическое управление пеногашением. Стерилизация пеногасителя.
20. Способы культивирования микроорганизмов. Поверхностное и глубинное культивирование: достоинства и недостатки, область применения.
21. Способы культивирования микроорганизмов. Периодический и непрерывный способы культивирования. Характер роста культур и накопления продуктов метаболизма. Приемы, позволяющие продлить продуктивную фазу. Техника выполнения. Особенности аппаратуры при периодическом и непрерывном культивировании.
22. Способы выделения и очистки продуктов ферментации при биотехнологических производствах (седиментация, фильтрование, центрифугирование, сорбция, осмос, обратный осмос и пр.).
23. Культивирование животных клеток. Цель, особенности культивирования. Питательные среды, снабжение кислородом, этапы культивирования. Конструктивные особенности культиваторов.
24. Цель культивирования растительных клеток, его особенности. Питательные среды. Поверхностное и глубинное культивирование (суспензионные культуры). Пример практического применения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.