

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**  
**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Основные аспекты биотехнологии пищевых продуктов	<b>Код модуля</b> 1132120
<b>Образовательная программа</b> Биотехнология	<b>Код ОП</b> 19.03.01/01.01
<b>Траектории образовательной программы (ТОП)</b>	ТОП1 Биотехнология
<b>Направление подготовки</b> Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 19.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.03.2015, № 193

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Безматерных Максим Алексеевич	доцент, к.х.н.	доцент	Технологии органического синтеза	
2	Селезнева Ирина Станиславовна	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,  
для которого реализуется модуль

М.А. Безматерных

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»

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, в том числе для пищевой промышленности. Эти технологии базируются на использовании каталитического потенциала различных биологических агентов и систем – микроорганизмов, растительных и животных клеток и тканей, а также внеклеточных веществ и компонентов клеток. Новейшие технологии генетической инженерии позволяют существенно усовершенствовать традиционные биотехнологические процессы, а также получать принципиально новыми, ранее недоступными способами разнообразные ценные продукты. Рассматриваются некоторые аспекты кинетики ферментативных реакций, которые используются в процессах моделирования промышленных биологических процессов, в т.ч. для получения продуктов питания и позволяют повысить их эффективность.

В модуле рассматриваются требования к высококачественному питанию при решении проблемы обеспечения людей биологически полноценной пищей и сохранения гомеостаза.

## 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.
1.	(ВС) Гомеостаз и питание человека	7	17	34		51	57	Зачет, 4	108	3
2.	(ВС) Микробиологические аспекты биотехнологических производств	7	34	17	34	85	95	Экзамен, 18	180	5
3.	(ВС) Основы промышленной энзимологии	7	17	17	17	51	57	Зачет, 4	108	3
4.	(ВС) Структура биотехнологических производств	6	34	17		51	57	Экзамен, 18	108	3
5.	(ВС) Проект по модулю	7					36		36	1
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>102</b>	<b>85</b>	<b>51</b>	<b>238</b>	<b>302</b>	<b>44</b>	<b>540</b>	<b>15</b>

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1. Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Структура биотехнологических производств; Гомеостаз и питание человека; Микробиологические аспекты биотехнологических производств; Основы промышленной энзимологии
3.2. Кореквизиты	Гомеостаз и питание человека; Микробиологические аспекты биотехнологических производств; Основы промышленной энзимологии

### 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	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);</li> <li>- способностью работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности (ПК-8);</li> <li>- 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);</li> <li>- владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов (ПК-10);</li> <li>- обладание навыками организации проведения биотехнологического процесса с учётом фундаментальных принципов биологических наук и технологии, а также комплексного их применения (ДПК-2-ТОП1-ТОП2);</li> <li>- владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2);</li> <li>- обладание навыками применения типовых технологических схем и модульных установок для производства широкого спектра продуктов пищевой промышленности (ДПК-4-ТОП2);</li> <li>- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмена и принципов масштабирования (ДПК-5-ТОП1-ТОП2)</li> </ul>

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-8	ПК-9	ПК-10	ДПК-2-ТОП1-ТОП2	ДПК-3-ТОП1-ТОП2	ДПК-4-ТОП2	ДПК-5-ТОП1-ТОП2	ОК-7
1	<b>(BC)</b> Структура биотехнологических производств	+	+		+		+	+	
2	<b>(BC)</b> Микробиологические аспекты пищевых биотехнологических производств	+	+		+	+		+	+
3	<b>(BC)</b> Гомеостаз и питание человека		+		+	+		+	
4	<b>(BC)</b> Основы промышленной энзимологии		+				+	+	

#### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

##### 5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрен.

##### 5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Выполнение и защита курсового проекта по модулю.

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**к рабочей программе модуля**  
**«Основные аспекты биотехнологии пищевых продуктов»**

**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.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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:**

1. Производство кормовых дрожжей.
2. Производство пекарских дрожжей.
3. Производство пивных дрожжей.
4. Производство этанола из крахмалсодержащего сырья.
5. Производство молочной кислоты.
6. Производство лимонной кислоты методом поверхностного жидкофазного культивирования.
7. Производство лимонной кислоты методом глубинного культивирования.
8. Производство уксуса.
9. Производство йогурта.
10. Производство кефира.
11. Производство эуфлорина.
12. Производство сметаны.
13. Производство творога.
14. Производство сыра.
15. Производство пива.
16. Производство ряженки.
17. Производство безалкогольного пива.
18. Производство шампанского.
19. Ферментативное получение L-триптофана.
20. Ферментативное получение L-аспарагиновой кислоты.
21. Микробиологическое получение L-лизина.
22. Ферментативное получение L-лизина.
23. Химико-ферментативное получение L-триптофана.
24. Микробиологическое получение L-триптофана.
25. Биосинтез L-изолейцина.
26. Производства альгиновой кислоты.
27. Получение амилазы.
28. Получение инвертазы.
29. Производство хлеба
30. Производство хлебобулочных изделий
31. Производство осветленного сока.

## 6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ГОМЕОСТАЗ И ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Основные аспекты биотехнологии пищевых продуктов	<b>Код модуля</b> 1132120
<b>Образовательная программа</b> Биотехнология	<b>Код ОП</b> 19.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 19.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Селезнева Ирина Станиславовна	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 «ГОМЕОСТАЗ И ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Гомеостаз и питание человека» входит в модуль «Основные аспекты биотехнологии пищевых продуктов» в составе индивидуальной образовательной траектории «Пищевая биотехнология». Дисциплина посвящена изучению химического строения, биологической активности основных компонентов пищи – белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов, ферментов и гормонов. При изучении дисциплины студенты должны приобрести знания об их химической и пространственной структуре, физико-химических свойствах и биологических функциях. Кроме того рассматриваются требования к высококачественному питанию при решении проблемы обеспечения людей биологически полноценной пищей и сохранения гомеостаза.

При освоении курса используются как традиционные, так и активные формы обучения. Дисциплина «Гомеостаз и питание человека» имеет большую практическую значимость для будущих специалистов биотехнологов в области разработки, проектирования, производства и контроля качества пищевых продуктов.

## 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);
- владение основными методами получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, обладающих ценными биосинтетическими свойствами (ДПК-3-ТОП1-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- биохимию и физиологию человека, микроорганизмов и других биологических объектов;
- строение и основные функции основных классов БАВ;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в организме человека при переваривании основных пищевых веществ;
- принципы и правила рационального питания;
- роль микрофлоры пищеварительного тракта в метаболизме основных нутриентов.

### **Уметь:**

- определять возможные пути сохранения гомеостаза при нарушении процессов переваривания белков, жиров и углеводов;
- оценивать продукты питания и рационы с точки зрения рационального питания;
- проводить расчеты и составлять меню рационального суточного рациона питания;
- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы.

### **Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами оценки энергетической ценности пищевого рациона;
- методами оценки пищевой ценности продуктов питания.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>57</b>	<b>7,65</b>	<b>57</b>
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>3</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>		<b>108</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание. Порядок изучения материала, формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Питание как составная часть процесса формирования здорового образа жизни	История и эволюция питания человека. Современное определение понятия «здоровье». Факторы, определяющие среднюю продолжительность жизни современного человека. Роль питания в поддержании здоровья и в возникновении болезней цивилизации. Концепция государственной политики России в области организации и обеспечения здорового питания населения. Концепция здорового питания. Пищевой рацион современного человека.
P3	Теоретические основы гомеостаза и питания. Общие представления о физиологии и биохимии питания	Современное определение понятий гомеостаз, пищеварение, пищевые продукты, аппетит. Пищеварительная система человека. Строение и функции желудочно-кишечного тракта. Типы пищеварения. Процессы всасывания и усвоения пищевых веществ. Краткая характеристика структуры и функционирования первичных (микроэлементная, микробиологическая системы) и сложных вторичных (иммунная, эндокринная и нервная системы) регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека. Роль микрофлоры пищеварительного тракта в метаболизме основных нутриентов.
P4	Понятие качества, пищевой, биологической и энергетической ценности продуктов питания	Перечень основных групп продуктов питания, содержащих эссенциальные и регуляторные пищевые субстанции. Краткая характеристика состава и пищевой ценности продуктов из зерна, мяса и его заменителей, молока и молочных продуктов, овощей и фруктов, масел, жиров и различных сладостей. Биологическая ценность пищи. Определение понятия «рекомендуемые суточные нормы потреб-

		ления пищевых компонентов». Энергетический обмен организма. Энергетическая ценность пищи. Калорические коэффициенты белков, жиров и углеводов. Суточные потребности человека в основных нутриентах. Основы рационального питания.
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **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

Не предусмотрено.

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	История и эволюция питания человека	2
P2	2	Роль питания в поддержании здоровья и в возникновении болезней цивилизации	2
P3	3	Обмен веществ и энергии в организме человека	4
P3	4	Биохимия питания	4
P3	5	Физиология питания	4
P3	6	Регуляторные механизмы поддержания гомеостаза человека	2
P4	7	Основные группы продуктов питания	4
P4	8	Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания	4
P4	9	Основы рационального питания	4
P4	10	Моделирование процесса восполнения энергозатрат человека	4
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Экологические, медико-биологические, социально-экономические проблемы рационального питания.
2. Современный взгляд на основы здорового питания человека.
3. Рассчитайте и составьте суточный рацион человека.
4. Характеристика структуры и функционирования первичных (микроэлементная, микроэкологическая системы) регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека.
5. Характеристика структуры и функционирования сложных вторичных регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека (с участием иммунной системы).
6. Характеристика структуры и функционирования сложных вторичных регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека (с участием эндокринной системы).
7. Характеристика структуры и функционирования сложных вторичных регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека (с участием нервной системы).
8. Витамины: классификация, содержание в продуктах питания, роль в жизнедеятельности организма.

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

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

1. Физиологическая роль белков, жиров, углеводов.
2. Физиологическая роль водо- и жирорастворимых витаминов.
3. Физиологические функции основных макро- и микроэлементов.
4. Обмен углеводов и регуляция углеводного обмена в организме человека.
5. Общая характеристика процессов пищеварения в ротовой полости, в желудке и кишечнике.
6. Обмен белков и регуляция белкового обмена в организме человека.
7. Обмен жиров и регуляция жирового обмена в организме человека.
8. Сущность обмена веществ, энергии и значение этих процессов для жизнедеятельности организма человека.

9. Расход энергии при трудовой и спортивной деятельности.

**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**

1. Пищеварительная система человека.
2. Строение и функции желудочно-кишечного тракта.
3. Энергетический обмен организма и энергетическую ценность пищи.
4. Основы рационального питания.
5. Основные группы пищевых продуктов.

**4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**  
Не предусмотрено.

**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	Вебнары 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. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. / Пищевая химия. Под редакцией А.П. Нечаева. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. 672 с.
2. Пищевые добавки: энциклопедия / Л.А. Сарафанова (сост.) – СПб.: ИД «Профессия», 2012. 776 с.

#### **9.1.2. Дополнительная литература**

1. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко И.И. Химия пищи. – М.: КолосС, 2007. 853 с.
2. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, 2001. 256 с.
3. Химический состав пищевых продуктов: Справочник. / Под редакцией И.М. Скурихина. – М.: Агропромиздат, 1987. 324 с.
4. Матюхина З.П. Основы физиологии питания, микробиологии, гигиены и санитарии. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 256 с.
5. Прохоров Б.Б. Экология человека: учебник для студ. вузов. – М.: Академия, 2003. 187 с.
6. Ван Вэй III Ч.В., Айертон-Джонс К. Секреты питания / Пер. с англ. – М., СПб: «Издательство БИНОМ» - «Издательство Диалект», 2009. 320 с.

### **9.2. Методические разработки**

Не используются.

### **9.3. Программное обеспечение**

1. ISIS Draw, ChemOffice – графические редакторы органических структур;
2. операционная система Microsoft Windows;
3. Microsoft Office в составе Word; Excel.

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ [lib.urfu.ru](http://lib.urfu.ru)
2. Реферативная база данных [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
3. База данных [www.reaxys.com](http://www.reaxys.com)
4. American Chemical Society (ACS Publications) (J.Org.Chem, Org.Lett., J.Am.Chem.Soc., Chem.Rev.): [www.pubs.acs.org](http://www.pubs.acs.org).
5. Royal Chemical Society (RCS Publishing) (J.Chem.Soc., Chem. Commun.): [www.rsc.org](http://www.rsc.org).
6. Elsevier Ltd. (Tetrahedron, Tetrahedron Lett.): [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)

### **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, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором при проецировании изображения на настенный экран.

Для проведения практических занятий используется аудитория, оборудованная современной мультимедийной техникой, позволяющей применять активные формы обучения, и персональным компьютером, подключенным к локальной компьютерной сети с выходом в глобальную информационную сеть (интернет), для самостоятельной подготовки к занятиям и выполнения домашней работы.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Гомеостаз и питание человека»

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

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5.</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение лекций (8 лекций)</i>	7; 1-8	16
<i>Конспект лекций (8)</i>	7; 1-8	24
<i>Подготовка презентации и защита реферата</i>	7; 7-8	50
<i>Контрольная работа</i>	7; 5	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5.</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5.</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5.</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение занятий (16)</i>	7; 1-17	32
<i>Активная работа на занятиях</i>	7; 1-17	16
<i>Выполнение и оформление домашней работы</i>	7; 1-17	42
<i>Контрольная работа</i>	7; 12-13	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.</b>		

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

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
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://fepo.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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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**

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

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

#### **Вариант 1**

1. Механическая обработка пищи – это:

- А. Расщепление веществ
- Б. Измельчение веществ
- В. Всасывание веществ
- Г. Удаление не переваренных остатков

2. К пищеварительному каналу относится:

- А. Пищевод
- Б. Пищевод, кишечник
- В. Пищевод, кишечник, желудок
- Г. Пищевод, кишечник, желудок, желчный пузырь

3. Установите последовательность обработки пищи в организме человека:

- 1) всасывание веществ в кровь и лимфу;
- 2) расщепление веществ;

- 3) механическая обработка пищи;
- 4) удаление не переваренных остатков пищи.

4. При помощи ферментов желчи происходит расщепление;

- А. Углеводов
- Б. Жиров.
- В. Белков
- Г. Нуклеиновых кислот

5. Найдите соответствие.

**Органы**

**Функции**

- |            |                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------|
| 1. Желудок | А. Выделение пепсина                                |
| 2. Печень. | Б. Создание гликогена.                              |
|            | В. Расщепление белка.                               |
|            | Г. Образование желчи                                |
|            | Д. Образование мочевины.                            |
|            | Е. Поддерживания постоянства глюкозы в крови        |
|            | Ж. Уничтожение бактерий при помощи соляной кислоты. |

6. Основные процессы всасывания происходят:

- А. В желудке
- Б. Тонкой кишке
- В. Ротовой полости
- Г. Толстой кишке.

7. Регулирование работы органов при помощи веществ, поступивших в кровь, происходит под действием:

- А. Нервной регуляции
- Б. Гуморальной регуляции
- В. Кровеносной регуляции
- Г. Дыхательной регуляции

8. Дисбактериоз – это:

- А. Развитие гнилостной микрофлоры
- Б. Избыточная масса тела
- В. Инфекционное заболевание
- Г. Воспаление дёсен

**Вариант 2**

1. Химическая обработка пищи – это:

- А. Расщепление веществ
- Б. Измельчение веществ
- В. Всасывание веществ
- Г. Удаление не переваренных остатков

2. К пищеварительным железам относятся:

- А. Слюнные железы
- Б. Слюнные железы, железы желудка
- В. Слюнные железы, железы желудка, печень
- Г. слюнные железы, железы желудка, печень, аппендикс

3. Установите последовательность отделов пищеварительного канала у человека:

- 1) Пищевод
- 2) Желудок
- 3) Ротовая полость
- 4) Тонкая кишка
- 5) Глотка
- 6) Толстая кишка

4. При помощи ферментов слюны происходит расщепление:

- А. Углеводов
- Б. Жиров
- В. Белков
- Г. Нуклеиновых кислот

5. Найдите соответствие.

**Органы**

**Функции**

- |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Тонкий кишечник</li> <li>2. Печень</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>А. Всасывание питательных веществ</li> <li>Б. Задержание разрушенных эритроцитов</li> <li>В. Расщепление белка</li> <li>Г. Обезвреживание вредных веществ</li> <li>Д. Синтез аминокислот</li> <li>Е. Расщепление жиров</li> <li>Ж. Поддержание постоянства глюкозы в крови</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

6. Уничтожение вредных бактерий при помощи соляной кислоты происходит:

- А. В желудке
- Б. Тонкой кишке
- В. Ротовой полости
- Г. Толстой кишке

7. К гигиене питания не относится:

- А. Соблюдение режима питания
- Б. Употребление овощей, фруктов
- В. Питание преимущественно бутербродами
- Г. Тщательное пережёвывание пищи

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

Не предусмотрено.

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

- 1. История и эволюция питания человека.

2. Роль питания в поддержании здоровья и в возникновении болезней цивилизации.
3. Типы пищеварения. Процессы всасывания и усвоения пищевых веществ.
4. Краткая характеристика структуры и функционирования первичных регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека.
5. Краткая характеристика структуры и функционирования сложных вторичных регуляторных механизмов поддержания гомеостаза человека.
6. Охарактеризуйте роль микрофлоры пищеварительного тракта в метаболизме основных нутриентов.
7. Перечислите основные группы продуктов питания, содержащие эссенциальные и регуляторные пищевые субстанции.
8. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность продуктов из зерна.
9. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность продуктов из мяса и его заменителей.
10. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность продуктов из молока и молочных продуктов.
11. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность продуктов из овощей и фруктов.
12. Охарактеризуйте состав и пищевую ценность продуктов из масел, жиров и различных сладостей.
13. Биологическая ценность пищи.
14. Рекомендуемые суточные нормы потребления пищевых компонентов.
15. Каковы суточные потребности человека в основных нутриентах?
16. Охарактеризуйте физиологическую роль белков.
17. Что такое белково-калорийная недостаточность?
18. Охарактеризуйте физиологическую роль жиров.
19. Охарактеризуйте физиологическую роль углеводов.
20. Охарактеризуйте физиологическую роль витаминов.
21. Охарактеризуйте физиологическую роль минеральных веществ.
22. Каково значение ненасыщенных жирных кислот в питании человека?
23. Охарактеризуйте строение холестерина и его роль в организме человека.
24. Что такое гипо-, гипер- и авитаминозы? Приведите примеры.
25. Охарактеризуйте основы рационального питания.
26. Современная пирамида здорового питания и принципы ее конструирования.
27. Пищевой рацион современного человека.

#### **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**  
**ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЗИМОЛОГИИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Основные аспекты биотехнологии пищевых производств	<b>Код модуля</b> 1132120
<b>Образовательная программа</b> Биотехнология	<b>Код ОП</b> 19.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 19.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
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 «ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЗИМОЛОГИИ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Курс «Основы промышленной энзимологии» входит в вариативную часть образовательной программы по выбору студента по направлению «Биотехнология» (траектории «Пищевая биотехнология»).

Промышленная энзимология представляет собой одно из направлений биотехнологии, в котором рассматриваются процессы, реализующиеся с участием индивидуальных ферментов и ферментных систем. Основными источниками ферментных систем для современных промышленных процессов являются микроорганизмы. С точки зрения технолога можно говорить о двух подходах к использованию биокаталитического потенциала микроорганизмов. Один из них включает ферментацию или микробиологический синтез, когда продукты метаболизма образуются при культивировании продуцентов.

Другой – собственно ферментативный катализ. В этом случае используются микробные клетки, обладающие необходимой для осуществления процесса ферментативной активностью, или выделенные из культуры ферменты. Для биокаталитических реакций в большинстве случаев применяются рекомбинантные штаммы с модифицированным геномом.

К числу процессов ферментативного катализа относят реакции, при которых происходят изменения структуры соединений, участвующих в каталитическом процессе. К ним относят реакции синтеза новых структур, реакции деструкции с целью получения полезных для дальнейшего использования продуктов или разрушение токсичных соединений, нарушающих экологический статус. Некоторые аспекты кинетики ферментативных реакций, рассмотренные в данном курсе, используются в процессах моделирования промышленных биологических процессов, в т.ч. для получения продуктов питания, и позволяют повысить их эффективность.

Полученные студентами при изучении курса «Основы промышленной энзимологии» знания, умения и навыки в дальнейшем обеспечат успешное усвоение материала по курсам специальных дисциплин, таких как «Биотехнология на основе сырья растительного происхождения», «Биотехнология на основе сырья животного происхождения».

## **1.2. Язык реализации программы – русский**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом освоения 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);
- обладание навыками применения типовых технологических схем и модульных установок для производства широкого спектра продуктов пищевой промышленности (ДПК-4-ТОП2);
- владение информацией об основных и вспомогательных этапах биопроизводства с учетом требований стерильности ферментативных процессов, массообмена и принципов масштабирования (ДПК-5-ТОП1-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- структуру ферментов и их активных центров, кинетику ферментативного катализа и молекулярные механизмы действия ферментов;
- современные биокаталитические технологии, ферментную биоинженерию, включая использование ферментов в производстве продуктов питания, напитков, в анализе, медицине и экологии.

**Уметь:**

- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы;
- использовать методы химической модификации, стабилизации и иммобилизации белков, а также достижения современной биохимии и микробиологии для выделения ферментов в нужном количестве и на его основе создавать необходимый гетерогенный катализатор;
- использовать на практике данные о специфичности и стереоспецифичности действия ферментов.

**Демонстрировать навыки и опыт деятельности:**

- в регуляции метаболизма у микроорганизмов;
- в моделировании ферментативных реакций;
- получении пищевых продуктов методами биокатализа.

**1.4. Объем дисциплины**

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

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Концепция направленного биокатализа и пути ее реализации	Основные положения концепции направленного биокатализа. Параметрическая модель процесса биокатализа. Процессуальная схема направленного биокатализа.
P2	Кинетика катализируемых ферментами реакций	Основные классы ферментов, механизм их действия. Специфичность действия ферментов. Фермент-субстратные комплексы и механизм действия ферментов. Орбитальное управление. Кинетика простых ферментативных реакций с одними и двумя субстратами. Уравнение Михаэлиса-Мэнтен. Определение параметров в уравнении Михаэлиса-Мэнтен. Метод Лайнуивера-Берка. Метод Хейнса. Метод Эди_Хофсти. Метод Эйзен-таля и Корниш-Боудена. Регуляция ферментативной активности. Факторы, влияющие на ферментативную ак-

		<p>тивность. Ферментативные реакции в гетерогенных системах. Методы определения ферментативной активности. Регулируемость активности ферментов как биокатализаторов</p>
P3	<p>Технологические процессы с участием иммобилизованных ферментов и клеток</p>	<p>Иммобилизация ферментов. Методы иммобилизации. 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. Промышленные процессы. Кинетика реакций, катализируемых иммобилизованными ферментами. От иммобилизованных ферментов к иммобилизованным клеткам. Диффузионные ограничения в гранулах иммобилизованных ферментов и клеток. Технологические схемы реализации процессов биотрансформации.</p>
P4	<p>Технология получения, выделения и очистки ферментных препаратов. Стабилизация ферментов.</p>	<p>Фенотипическая и генотипическая оптимизация при производстве ферментов как конечных продуктов. Принципы выделения ферментных препаратов. Технологические схемы выделения ферментных препаратов из культур микроорганизмов. Методы выделения: ультрафильтрация, центрифугирование, диализ, вымораживание, осаждение, сорбция, сублимация. Инактивация ферментов. Механизм денатурации белков и сопутствующие эффекты. Денатурация ферментов и методы их стабилизации. Методы стабилизации ферментов: химическая модификация, иммобилизация и соиммобилизация</p>
P5	<p>Применение биокаталитических технологий в пищевой промышленности</p>	<p>Биокаталитическая переработка плодоовощного сырья. Производство гомогенизированных соков и пюреобразных продуктов. Комплексная переработка цитрусовых плодов. Биокатализ в производстве эфирных масел. Биокаталитический способ получения пищевых экстрактов из дикорастущих трав и ягод. Ферментативное получение агара из морских водорослей. Использование биокатализа в производстве чая и чаепродуктов. Получение концентратов чая с использованием биокатализаторов. Получение безлактозного молока. Получение глюкозо-фруктозных сиропов. Получение сахаров из молочной сыворотки. Получение L-аспарагиновой кислоты, аспартама и L-аланина. Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу.</p> <p>Применение ферментных препаратов в пивоваренной, и хлебопекарной отрасли, при получении алкогольных напитков.</p> <p>Получение соевых ферментоллизатов. Биологическая переработка отходов.</p>

### 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.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)	
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.)	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 иностранном языке*	Перевод иноязыч. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
																															P1
P2	Кинетика катализируемых ферментами реакций	19	12	4	4	4	7	3	1	1	1														4	1	1				
P3	Технологические процессы с участием иммобилизованных ферментов и клеток	13	5	3	2		8	2	1	1			6	1																	
P4	Технология получения, выделения и очистки ферментных препаратов. Стабилизация ферментов.	30	15	2	4	9	15	6	1	1	4		6	1											3	1					
P5	Применение биокаталитических технологий в пищевой промышленности	39	17	6	7	4	22	6	2	3	1		12			1									4		2				
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>104</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>53</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>6</b>				
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>	<b>51</b>				<b>57</b>	В т.ч. промежуточная аттестация															<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					
	<b>Проект по модулю</b>	<b>36</b>					<b>36</b>																				<b>36</b>				

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

##### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Кинетика ферментативных реакций	4
P4	2	Получение и выделение фермента амилазы	4
P4	3	Определение глюкоамилазной активности	5
P5	4	Биокаталитический способ получения пищевых экстрактов из дикорастущих трав и ягод	4

**Всего: 17**

##### 4.1. Практические занятия

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Кинетика ферментативных реакций	2
P2	2	Определение параметров уравнения Михаэллиса-Ментен	2
P3	3	Методы иммобилизации ферментов	2
P4	4	Методы выделения ферментов	2
P4	5	Методы стабилизации ферментов	2
P5	6	Химико-ферментативное получение аминокислот	2
P5	7	Применение ферментных препаратов в пивоваренной и при получении алкогольных напитков	2
P5	8	Ферментативное получение агара из морских водорослей	3
<b>Всего:</b>			<b>17</b>

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Получение аспарагиновой кислоты с использованием иммобилизованных ферментов.  
Сравнение методов иммобилизации ферментов и клеток.  
Получение полусинтетических пенициллинов с участием иммобилизованных ферментов.  
Получение безлактозного молока с использованием иммобилизованных ферментов.  
Получение глюкозо-фруктозных сиропов с использованием иммобилизованных ферментов.

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

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

Ферменты гидролизующие крахмал.  
Биосинтез этанола из двуокиси углерода.  
Получение соевого соуса.  
Биокаталитический метод получения черного байхового чая.  
Биокаталитический метод получения зеленого байхового чая.  
Производство гомогенизированных соков и пюреобразных продуктов.  
Ферментативное получение агара из морских водорослей.  
Получение уксуса.  
Биологическая переработка отходов.  
Получение инвертного сахара.  
Получение диетических продуктов, свободных от лактозы.

Ферментативное разделение L-аминокислот.

Использование ферментных препаратов в пивоваренной промышленности.

Использование ферментных препаратов в мясоперерабатывающей 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

Кинетика простых ферментативных реакций с одним и двумя субстратами.

Определение параметров в уравнении Михаэлиса-Мэнтен.

Определение скоростей элементарных стадий ферментативной реакции.

Регуляция ферментативной активности.

Факторы, влияющие на ферментативную активность.

Ферментативные реакции в гетерогенных системах

Фенотипическая оптимизация получения ферментов как конечных продуктов

Генотипическая оптимизация получения ферментов как конечных продуктов

Методы выделения ферментных препаратов

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Методы определения ферментативной активности.

Технологические процессы получения водно-спиртовых экстрактов

Эффективность использования композиций ферментов в процессе обработки растительно-го сырья

### 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	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	+		+		+							



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. Ферменты в пищевой промышленности / Уайтхерст Р., Дж. Ван Оорт. М. – СПб.: Профессия, 2014. – 408 с.
3. Романовский Б.В. Основы катализа: учебное пособие / Б.В. Романовский. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. –172 с.
4. Гамаюрова В.С. Ферменты. Лабораторный практикум: учебное пособие / В.С. Гамаюрова, М.Е. Зиновьева. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 256 с.
5. Румянцева Г.Н., Дунченко Н.И. Биокатализ: концепция и практическое использование. Учебное пособие. – М.: ДеЛИ принт, 2010. – 118 с.
6. 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.
7. Химия белка: уч. пос. / И.В. Шугалей и др. – СПб. : Проспект Науки, 2011. – 2008.

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Биотехнология: учебник / под ред. Е.С. Воронина. – СПб.: Гиорд, 2008. – 704 с.
2. 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.
3. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. / В.В. Бирюков М.: КолосС, 2004. – 296 с.
4. Микробиологические основы ХАССП при производстве пищевых продуктов: учебное пособие / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, В.В. Карцев и др. – СПб.: «Проспект науки», 2007. – 288 с.
5. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. Пер с англ. В 2-х частях. Ч. 1. / М.: Мир, 1989. – 692 с.
6. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. Пер с англ. В 2-х частях. Ч. 2. / М.: Мир, 1989. – 590 с.
7. Манаков М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы технологии микробиологических производств. / М.Н. Манаков, Д.Г. Победимский. М.: Агропромиздат, 1990. 272 с.
8. Егоров Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М.: Академия, 2003. – 208 с.
9. 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.
10. 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.: «Проспект Науки», 2006. – 336 с.
11. 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.

12. Шмелева В.Г. Выделение ферментов: Метод. указания. СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2004. 31 с.
13. 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

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

- операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office в составе Word, Excel;
- ISIS DRAW.

## 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](http://www.study.urfu.ru)

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

Зональная библиотека УрФУ – <http://lib.urfu.ru/>.

Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии – [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru), [www.nature.ru](http://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, оснащенной 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. Лабораторные 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 с различными роторами;
- рН-метры;
- магнитные мешалки;
- биологические и стереоскопические микроскопы;
- фотоаппарат, включенный в микроскоп;
- вакуумный испаритель;
- автоклав (стерилизатор);
- посуда и приспособления для титрования.

Оборудование аналитической лаборатории:

- ИК-Фурье спектрометр;
- УФ-спектрометр;
- спектрометры Bruker Alpha, Bruker Vertex-70;
- Титратор по методу К. Фишера;
- Газовый хромато-масс-спектрометр GCMS- QP2010 Ultra EI, Shimadzu

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Основы промышленной энзимологии»

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

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. =0,65</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	7, 1-8	8
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 1</i>	7, 5	42
<i>СРС: выполнение контрольной работы № 2</i>	7, 10	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,3</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет.</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,7</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,15</b>		
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>Реферат</i>	7, 17	23
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет.</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. =0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,2</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах</i>	7, 9-17	36
<i>Защита отчета по лабораторным работам</i>	7, 9-17	24
<i>Коллоквиумы</i>	7, 9-16	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.=1</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <i>нет.</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. =0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсового проекта – защиты – 0,6

**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  
«Основы промышленной энзимологии»

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.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**  
**«Основы промышленной энзимологии»**

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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**

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

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

1. Определите роль и значения ферментов растительных клеток с целью получения пищевых продуктов.
2. При промышленном получении рекомбинантных белков выбор микроорганизма-продуцента зависит от многих факторов. Определите критерии отбора микроорганизма.
3. При совершенствовании биотехнологического производства активно используется иммобилизация биообъекта. Какие технологические проблемы производства ЛС решает инженерная энзимология.
4. Биотрансформация как способ преобразования одного химического соединения в другое с использованием определенных ферментов, определяющих тот или иной химический процесс (реакцию), может быть использован в случае получения менее токсичного карденолида наперстянки шерстистой из дигитоксина. Проанализируйте, каким образом можно использовать в данном случае биотрансформацию?
5. Производство ферментов имеет определенную специфику их получения с помощью биотехнологии.
6. Определите эту специфику в соответствии со свойствами самих ферментов.
7. Что такое система внутриклеточного транспорта и секреции конечных продуктов у микроорганизмов?
8. Методы выделения и очистки ферментов в БТ производстве.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

- Специфичность действия ферментов.
- Регулируемость активности ферментов как биокатализаторов

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Кинетика простых ферментативных реакций с одними и двумя субстратами. Уравнение Михаэлиса-Мэнтен. Определение параметров в уравнении Михаэлиса-Мэнтен.
2. Факторы, влияющие на ферментативную активность (рН, Т, активаторы и ингибиторы).

3. Ферментативные реакции в гетерогенных системах.
4. Иммобилизация ферментов и клеток. Методы иммобилизации: их преимущества и недостатки; примеры промышленного использования. Технологические схемы реализации процессов биотрансформации.
5. Фенотипическая и генотипическая оптимизация при получении ферментов как конечных продуктов
6. Технологии очистки и выделения ферментных препаратов.
7. Механизм денатурации белков и сопутствующие эффекты. Денатурация ферментов и методы их стабилизации.
8. Получение L-аминокислот ферментативными методами.
9. Биокаталитическая переработка плодоовощного сырья.
10. Производство гомогенизированных соков и пюреобразных продуктов.
11. Комплексная переработка citrusовых плодов.
12. Биокаталитические способы получения пищевых экстрактов.
13. Использование бикатализа в производстве чая и чаепродуктов.
14. Синтез полупродуктов для получения БАД, ароматизаторов.
15. Производство соевого соуса.
16. Биокатализ в производстве эфирных масел.
17. Ферментативное получение агара из морских водорослей.
18. Получение безлактозного молока.
19. Получение глюкозо-фруктозных сиропов. Получение сахаров из молочной сыворотки.
20. Применение ферментных препаратов в пивоваренной, и хлебопекарной отрасли, при получении алкогольных напитков.
21. Получение соевых ферментоллизатов.
22. Биологическая переработка отходов.
23. Процессуальная схема направленного биокатализа.

**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**

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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
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.)	
				<b>6</b>
<b>1.</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
<b>2.</b>	Лекции	34	34	34
<b>3.</b>	Практические занятия	17	17	17
<b>4.</b>	Лабораторные работы			
<b>5.</b>	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>57</b>	<b>7,65</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Э</b>
<b>7.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>		<b>108</b>
<b>8.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

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.)	
				<b>7</b>
<b>1.</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>2.</b>	Лекции	8	8	8
<b>3.</b>	Практические занятия	10	10	10
<b>4.</b>	Лабораторные работы			
<b>5.</b>	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>90</b>	<b>2,7</b>	<b>90</b>
<b>6.</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Э</b>
<b>7.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>		<b>108</b>
<b>8.</b>	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>		<b>3</b>

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
<b>P1</b>	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.
<b>P2</b>	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>
<b>P3</b>	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>
<b>P4</b>	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.
<b>P4.1</b>	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.
<b>P4.2.</b>	Питательные среды: классификация, основное сырье, компоновка, подготовка и стерилизация	<p>Комплексные и синтетические питательные среды. Их компоненты. Концентрация отдельного расходующего 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.)
P1	Введение в биотехнологию	22	10	6	4		12	4	2	2			6			1						2	1		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			
	<b>Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям:</b>	<b>90</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>		<b>39</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>8</b>			<b>12</b>			<b>12</b>						<b>10</b>	<b>10</b>			
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>	<b>51</b>				<b>57</b>	в т.ч. промежуточная аттестация															<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>





#### 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**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические / семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических / семинарских занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на практических / семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим / семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим / семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.</b>		

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

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 6	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.

**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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**  
**ПИЩЕВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> Основные аспекты биотехнологии пищевых производств	<b>Код модуля</b> 1132120
<b>Образовательная программа</b> Биотехнология	<b>Код ОП</b> 19.03.01/01.01
<b>Направление подготовки</b> Биотехнология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 19.03.01
<b>Уровень подготовки</b> Бакалавриат	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 11.03.2015, № 193

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
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 «МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИЩЕВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Курс «Микробиологические аспекты пищевых биотехнологических производств» входит в вариативную часть образовательной программы по выбору студента по направлению «Биотехнология» (траектории «Пищевая 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, в том числе для пищевой промышленности. Эти технологии базируются на использовании каталитического потенциала различных биологических агентов и систем – микроорганизмов и растительных клеток и тканей, а также внеклеточных веществ и компонентов клеток. Новейшие технологии генетической инженерии позволяют существенно усовершенствовать традиционные биотехнологические процессы, а также получать принципиально новыми, ранее недоступными способами разнообразные ценные продукты. Фундаментальные исследования жизненных явлений на клеточном и молекулярном уровнях привели к появлению принципиально новых технологий и получению новых продуктов. Традиционные биотехнологические процессы, основанные на брожении, дополняются новыми эффективными процессами получения белков, аминокислот, ферментов, витаминов, органических кислот и др. положили дорогу новейшим промышленным процессам. В данном курсе рассмотрены типовые схемы и основные стадии пищевых биотехнологических производств, обсуждаются основные аспекты протекания процесса, рассматриваются математические модели кинетики процессов ферментации. Большое внимание уделено методам управления технологическими режимами и подходам к масштабированию. Рассмотрены основные подходы, связанные с процессами порчи пищевых продуктов и методами их управления.

Полученные студентами при изучении курса «Микробиологические аспекты пищевых биотехнологических производств» знания, умения и навыки в дальнейшем обеспечат успешное усвоение материала по курсам специальных дисциплин, таких как «Биотехнология на основе сырья растительного происхождения», «Биотехнология на основе сырья животного происхождения».

## **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);
- 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 пищевой промышленности (ДПК-4-ТОП2);

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основы взаимосвязи процессов анаболизма и катаболизма, пути и методы направленного синтеза первичных и вторичных метаболитов;
- основные понятия о кинетике роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма, методах культивирования, лимитирующих и ингибирующих факторах роста;
- основы асептики;
- современные инновационные способы управления порчей пищевых продуктов

**Уметь:**

- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы;
- обрабатывать экспериментальные данные по культивированию микроорганизмов, влиянию питательных сред; владеть основными принципами регуляции метаболизма у микроорганизмов;
- определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса;
- выбрать рациональную схему биотехнологического производства пищевого продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- рассчитывать основные характеристики биотехнологического процесса;
- разрабатывать аппаратные и технологические схемы биопроизводств с учетом обеспечения стерильных условий, массообмена и масштабирования.

**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

№ 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

## 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	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. Стехиометрия энергетического обмена. Оценка выделяющейся теплоты и соответствующих экономических коэффициентов.

P5	Масштабирование процессов ферментации	Постановка задачи масштабирования. Подход к масштабированию на основании концентрации растворенного кислорода. Профили изменения концентрации растворенного кислорода. Связь концентрации растворенного кислорода с условиями массопередачи. Другие критерии масштабного перехода.
P6	Моделирование микробиологической порчи пищевых продуктов	Микробиологические основы ХАССП при производстве пищевых продуктов. Некоторые подходы к моделированию процессов порчи. Разработка моделей порчи. Применение моделей микробиологической порчи. Пастеризация и стерилизация в целях инактивации микроорганизмов. Кинетика гибели микроорганизмов. Границы моделирования. Валидация, верификация и поддержание работоспособности прогностических моделей. Определение стабильности и срока годности пищевых продуктов. Проведение провокационного тестирования.
P7	Управление процессами порчи пищевых продуктов	Консервирование пищевых продуктов. Микробиологическая безопасность и порча пищевых продуктов. Риски порчи. Средства управления. Микроорганизмы, вызывающие порчу: дрожжи, плесневые грибы, бактерии. Управление процессами микробиологической порчи в молочной промышленности. Управление микробиологической порчей зерна и хлебобулочных изделий. Управление микробиологической порчей в мясной промышленности. Современные и инновационные способы управления порчей сырья и пищевых продуктов
P8	Направленный синтез биологически активных веществ с помощью микроорганизмов	Основные требования к условиям получения белковых препаратов из биомассы микроорганизмов. Основы производства плодовых тел и мицелия грибов. Особенности технологии выращивания вешенки и шампиньонов. Белковые концентраты из биомассы микроорганизмов. Основы технологии белково-углеводного концентрата из хлебопекарных дрожжей. Получение белковых продуктов из биомассы спирулины и хлореллы. Микробиологическое получение аминокислот. Получение L-аминокислот с помощью с помощью ауксотрофных и регуляторных мутантов. Получение органических кислот (лимонной, глюконовой, уксусной, молочной, пропионовой), основные пути регуляции. Получение спиртов и кетонов. Микробиологический синтез витаминов. Получение рибофлавина, витамина В <sub>12</sub> , каротиноидов, витамина Д <sub>2</sub> : состав питательных сред, продуценты, использование методов селекции, создание биотехнологических процессов на основе генетически модифицированного штаммов. Микробиологические способы получения пищевых ароматизаторов. Получение полисахаридов (альгинатов и ксантана). Микробиологические аспекты пивоварения.

### 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.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
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.)	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 иностранном языке*	Перевод иностран. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
P2	Методы культивирования. Регулирование и оптимизация культивирования	19	12	4	2	6	7	5	1	1	3													2		1				
P3	Количественные характеристики микроорганизмов	12	4	2	2		8	2	1	1			6	1																
P4	Стехиометрия клеточного роста и образования продуктов метаболизма	25	10	2	4	4	15	5	1	2	2		6	1										4	1	1				
P5	Масштабирование процессов ферментации	12	7	4	3		5	3	1	2														2		1				
P6	Моделирование микробиологической порчи пищевых продуктов	26	14	4	2	8	12	6	1	1	4		6			1														
P7	Управление процессами порчи пищевых продуктов	13	8	4		4	5	3	1		2													2		1				
P8	Направленный синтез биологически активных веществ с помощью микроорганизмов	45	24	10	2	12	21	13	6	1	6		6	1										2		1				
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>162</b>	<b>85</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>77</b>	<b>39</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>10</b>				
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>180</b>	<b>85</b>				<b>95</b>	В т.ч. промежуточная аттестация																	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

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

##### 4.1. Лабораторные работы

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
P6	3	Определение стабильности и срока годности пищевых продуктов	4
P6	4	Кинетика гибели микроорганизмов	4
P7	5	Провокационное тестирование и определение срока годности	4
P8	6	Получение лимонной кислоты поверхностным способом	4
P8	7	Получение полисахаридов	4
P8	8	Получение биомассы грибов глубинным способом	4

**Всего: 34**

##### 4.2. Практические занятия

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	Масштабирование процессов в пищевой биотехнологии	3
P6	7	Пастеризация и стерилизация в целях инактивации микроорганизмов	2
P8	8	Цианобактерии и водоросли как источник пищевого белка	2
<b>Всего:</b>			<b>17</b>

##### 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.

Микробиологическое получение L-аминокислот.

Микробиологические способы получения пищевых ароматизаторов.

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

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

1. Физиологическая роль белков, жиров, углеводов.
2. Физиологическая роль водо- и жирорастворимых витаминов.
3. Физиологические функции основных макро- и микроэлементов.
4. Обмен углеводов и регуляция углеводного обмена в организме человека.
5. Общая характеристика процессов пищеварения в ротовой полости, в желудке и кишечнике.
6. Обмен белков и регуляция белкового обмена в организме человека.
7. Обмен жиров и регуляция жирового обмена в организме человека.
8. Сущность обмена веществ, энергии и значение этих процессов для жизнедеятельности организма человека.
9. Расход энергии при трудовой и спортивной деятельности.

#### **4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Анализ факторов риска микробного происхождения в критических точках контроля:

- производственные помещения;
- система водоснабжения;
- система кондиционирования и вентиляции;
- сточные воды.

#### **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**

- Индукция ферментов у микроорганизмов.
- Катаболическая репрессия.
- Механизмы обратной связи.
- Определение степени восстановленности энергетических субстратов.
- Определение стехиометрических коэффициентов биохимической реакции.
- Определение массового и энергетического выхода биомассы и продуктов метаболизма.

#### **4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

- Принципы составления питательных сред. Классификация питательных сред.
- Организация и регуляция метаболизма.
- Микробиологические факторы, влияющие на срок годности пищевых продуктов.
- Пастеризация и стерилизация в целях инактивации микроорганизмов.
- Ключевые точки пересечения и разветвления метаболических путей.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы 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. Микробиологический синтез / А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. – СПб.: Проспект науки, 2011. – 144 с.
3. Аналитические методики для контроля качества пищевых продуктов и продовольственного сырья (показатели безопасности) Ч.1./ Под ред. Белова А.Б., Быковского С.Н. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: Изд-во Перо, 2014. – 204 с.
4. Основы генетической инженерии и биотехнологии / под ред. Ю.А. Горбунова. – ИВЦ Минфина, 2010. – 288 с.
5. Мокрушин В.С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ / В.С. Мокрушин, Г.А. Вавилов. – СПб.: Проспект науки, 2009. – 496 с.
6. 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.



### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья / Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.
2. Микробиологическая порча пищевых продуктов / Под ред. К де В. Блекберн. –СПб.: Профессия, 2008. – 784 с.
3. Биотехнология: учебник / под ред. Е. С. Воронина. – СПб.: Гиорд, 2008. – 704 с.
4. 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.
5. Промышленная дезинфекция и антисептика : уч. пос. / В.А. Галыкин и др. – СПб.: Проспект науки, 2008. – 232 с.
6. Биотехнология: учебник / под ред. Е. С. Воронина. – СПб.: Гиорд, 2008. – 704 с.
7. Основы биотехнологии высших грибов: учебное пособие. / Н.А. Заикина, А.Е. Коваленко, В.А. Галынкин и др. – СПб: Проспект науки, 2007. –336 с.
8. Основы фармацевтической биотехнологии: уч.пос./ Т.П. Прищеп, В.С. Чалин, К.Л. Зайков, Л.К. Михалева. Ростов н/Д. :Феникс; Томск: Издательство НТЛ, 2006. – 256 с.
9. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. / В.В. Бирюков М.: КолосС, 2004. – 296 с.
10. Микробиологические основы ХАССП при производстве пищевых продуктов: учебное пособие / В.А. Галынкин, Н.А. Заикина, В.В. Карцев и др. – СПб.: «Проспект науки», 2007. – 288 с.
11. 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.
12. 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.
13. Микробиология пива / Прист Ф. Дж., Й. Кэмпбелл; пер. с англ. под общ. ред. Т.В. Мельниковой. – СПб.: «Профессия», 2005. – 368 с.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. М.Н.Манаков, Д.Г. Победимский. Теоретические основы технологии микробиологических производств. / М.Н. Манаков, Д.Г. Победимский. М. : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
18. Егоров Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М.:Академия, 2003. – 208 с.
19. Основы фармацевтической биотехнологии: уч.пос./ Т.П. Прищеп, В.С. Чучалин, К.Л. Зайков, Л.К. Михалева. Ростов н/Д. :Феникс; Томск: ИздательствоНТЛ, 2006. – 256 с.
20. 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.: «Проспект Науки», 2006. – 336 с.
21. 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.
22. 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

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

- 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.relearn.ru> Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта (Москва).

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [www.study.urfu.ru](http://www.study.urfu.ru)

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

Зональная библиотека УрФУ – <http://lib.urfu.ru/>.

Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии – [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru), [www.nature.ru](http://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

1. «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. Лабораторные работы должны выполняться в специализированных залах, оснащённых 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);
- йогуртница.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
к рабочей программе дисциплины  
«Микробиологические аспекты пищевых биотехнологических производств»

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

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. =0,65</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,3</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,7</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,15</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром.прак. =0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Участие в лабораторных работах (8)</i>	7, 9-17	26
<i>Защита отчета по лабораторным работам (8)</i>	7, 9-17	24
<i>Коллоквиумы (5)</i>	7, 9-16	25
<i>СРС - выполнение домашней работы № 3</i>	7, 16	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.=1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром.лаб. =0</b>		

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

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Микробиологические аспекты пищевых биотехнологических производств»**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.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  
«Микробиологические аспекты пищевых 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
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	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)
<b>Личностные качества</b>	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**

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

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

- Биотехнологическое производство ЛС основано на использовании биообъектов, функции которых на разных этапах процессов биосинтеза различны. Рассмотрите варианты их использования.
- Известно, что в условиях промышленного производства природные продуценты БАВ должны быть генетически модифицированы. Как решается данная проблема в плане эффективности и безопасности получения пищевых продуктов?
- Может ли утилизация отходов биотехнологического производства пищевых продуктов нанести существенный вред экологии? Какова схема утилизации жидких отходов?
- Как можно масштабировать получение аминокислот в условиях биотехнологического производства? Объясните процессы ретроингибирования, репрессии и их роль в получении конечного продукта.
- Укажите требования к продуцентам при производстве пробиотиков (нормофлоров).
- Сравните кривые роста микроорганизмов при получении первичных и вторичных метаболитов в БТ производстве.
- Приведите перспективные варианты использования культур клеток в пищевой промышленности.

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

- Оптимизация культивирования эукариотов.
- Масштабирование процессов ферментации.

### 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. Постановка задачи масштабирования. Подход к масштабированию на основании концентрации растворенного кислорода.
16. Влияние условий культивирования на рост популяции микроорганизмов.
17. Влияние состава питательных сред и условий культивирования на рост и образование продуктов.
18. Разработка моделей порчи. Применение моделей микробиологической порчи.
19. Пастеризация и стерилизация в целях инактивации микроорганизмов. Кинетика гибели микроорганизмов. Границы моделирования.
20. Проведение провокационного тестирования.
21. Консервирование пищевых продуктов. Микробиологическая безопасность и порча пищевых продуктов. Риски порчи. Средства управления.
22. Микроорганизмы, вызывающие порчу: дрожжи, плесневые грибы, бактерии. Управление процессами микробиологической порчи в молочной промышленности.
23. Управление микробиологической порчей зерна и хлебобулочных изделий.
24. Управление микробиологической порчей в мясной промышленности.
25. Современные и инновационные способы управления порчей сырья и пищевых продуктов.
26. Направленный синтез биологически активных веществ с помощью микроорганизмов:
  - основные требования к условиям получения белковых препаратов из биомассы микроорганизмов;
  - основы производства плодовых тел и мицелия грибов;
  - белковые концентраты из биомассы микроорганизмов;
  - основы технологии белково-углеводного концентрата из хлебопекарных дрожжей.
  - получение белковых продуктов из биомассы спироулины и хлореллы.
  - микробиологическое получение аминокислот;
  - получение органических кислот (лимонной, глюконовой, уксусной, молочной, пропионовой), основные пути регуляции;
  - получение спиртов и кетонов;
  - микробиологический синтез витаминов (рибофлавина, В<sub>12</sub>, каратиноидов Д<sub>2</sub>);
  - микробиологические способы получения пищевых ароматизаторов. Получение полисахаридов (альгинатов и ксантана);



- микробиологические аспекты пивоварения.

**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.