

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Комарова Светлана Юрьевна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 28.11.2023 07:41:57  
Уникальный программный ключ:  
43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108071237e81add207bae4149f3098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»  
Агротехнологический факультет**

ОПОП по направлению **19.03.01 Биотехнология**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по освоению учебной дисциплины  
Б1.В.ДВ.01.01 Инженерная энзимология  
Направленность (профиль) «Пищевая биотехнология»**

Внутренние эк Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра - продуктов питания и пищевой биотехнологии	
Разработчик, Канд. техн. наук, доцент	Коновалов С.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины	4
1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины (для дисциплин с зачетом)	6
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	8
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	8
2.2. Укрупненное содержание дисциплины по разделам	8
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия получения зачёта	10
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	10
4. Лекционные занятия	10
5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	11
6. Лабораторные занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	11
7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	12
8. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	17
8.1. Рекомендации по написанию рефератов	17
8.1.1. Шкала и критерии оценивания	19
8.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	19
8.2.1. Шкала и критерии оценивания	20
9. Текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося	21
9.1. Вопросы для входного контроля	21
9.2. Текущий контроль успеваемости	21
9.2.1. Шкала и критерии оценивания	23
9.3.1. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины	23
10. Промежуточная (семестровая) аттестация	24
10.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации по результатам изучения дисциплины	24
11. Учебно-информационные источники для изучения дисциплины	24
Приложение 1 Форма титульного листа реферата	25
Приложение 2 Результаты проверки реферата	26

## **ВВЕДЕНИЕ**

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, убережете самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

## 1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

**Цель дисциплины:** является формирование у обучающихся основных принципов и теоретических положений инженерной энзимологии; понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов; усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

### **В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии;
- отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов;
- основные методы контроля биотехнологических процессов при использовании ферментных препаратов;
- знать организацию входного контроля качества сырья и вспомогательных материалов, производственный контроль полуфабрикатов, готовой продукции;
- параметров биотехнологических процессов с применением ферментных препаратов.

**Уметь:**

- уметь контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или полиферментных комплексов;
- проводить входной контроль качества сырья и вспомогательных материалов, производственный контроль полуфабрикатов, готовой продукции, полученной с применением ферментных препаратов как катализаторов биотехнологических процессов.

**Владеть:**

- методами контроля проведения процессов получения чистых и иммобилизованных ферментных препаратов, клеток, полимерных материалов.

### **1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:**

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
<b>Профессиональные компетенции</b>					
ПК-1	Осуществляет управление подразделениями производственных предприятий в части реализации технологического процесса производства продукции	ИД-1 <sub>ПК-1.1</sub> Контролирует технологические процессы производства биотехнологической продукции	основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии; отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методы контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции	контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или полиферментных комплексов	методами контроля проведения процессов получения чистых и иммобилизованных ферментных препаратов, клеток, полимерных материалов
		ИД-1 <sub>ПК-1.2</sub> Организует входной контроль качества сырья и вспомо-	организацию входного контроля качества сырья и вспомо-	проводить входной контроль качества сырья и вспомогательных материалов,	методами организации входного контроля качества сырья и вспомога-

		<p>могательных материалов, производственный контроль полуфабрикатов, параметров технологических процессов и контроль качества готовой продукции</p>	<p>ных материалов, производственный контроль полуфабрикатов, готовой продукции, параметров биотехнологических процессов с применением ферментных препаратов</p>	<p>производственный контроль полуфабрикатов, готовой продукции, полученной с применением ферментных препаратов как катализаторов биотехнологических процессов</p>	<p>лов, производственный контроль полуфабрикатов, параметров технологических процессов и контроль качества готовой продукции</p>
--	--	---	---	---	--

## 1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				Не зачтено		Зачтено		
				Характеристика сформированности компетенции				
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	1. Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. 2. Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач. 3. Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.				
Критерии оценивания								
ПК-1 Осуществляет управление подразделениями производственных предприятий в части реализации технологического процесса производства продукции	ИД-1 <sub>ПК-1.1</sub>	Полнота знаний	Знает основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии; отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методы контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции	Не знает основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии; отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методы контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции	Поверхностно знаком с основными принципами и теоретическими положениями инженерной энзимологии; отличительными особенностями протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методами контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции Знает на приемлемом уровне основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии; отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методы контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции В совершенстве знает основные принципы и теоретические положения инженерной энзимологии; отличительные особенности протекания биотехнологических процессов с участием ферментов; методы контроля биотехнологических процессов производства пищевой продукции		Билеты для входного и текущего контроля знаний студентов Реферат Отчет о выполнении лабораторной работы Заключительное тестирование	
		Наличие умений	Умеет контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или поли ферментных комплексов	Не умеет контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или поли ферментных комплексов	Умеет с небольшими затруднениями контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или поли ферментных комплексов Умеет на приемлемом уровне контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или поли ферментных комплексов Умеет в совершенстве контролировать процесс создания биотехнологических катализаторов с заданными свойствами на основе ферментов или поли ферментных комплексов			
		Наличие навыков	Владеет методами	Не владеет методами	Владеет незначительным опытом контроля проведения процес-			



## 2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

2.1 Дисциплина изучается в 6 семестре 3 курса очной формы обучения и на 4 курсе заочной формы обучения. Продолжительность семестра по очной форме обучения 16 2/6 недель, заочной форме 30 недель

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час		
	семестр, курс*		
	очная	заочная форма	
	№ сем.6	№4 курс	
Установочная сессия		Летняя сессия	
<b>1. Аудиторные занятия, всего</b>	128		18
- лекции	12		2
- практические занятия (включая семинары)	32		4
- лабораторные работы	20		-
- консультации	64		12
<b>2. Внеаудиторная академическая работа</b>	52		158
<b>2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:</b>			
Выполнение и сдача/защита индивидуально-группового задания в виде**			
- реферат	20		20
<b>2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы</b>	20		132
<b>2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям</b>	8		2
<b>2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):</b>	4		4
<b>3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины</b>	+		4
<b>ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:</b>	<b>Часы</b>	180	180
	<b>Зачётные единицы</b>	5	5
<i>Примечание:</i> * – <b>семестр</b> – для очной и очно-заочной формы обучения, <b>курс</b> – для заочной формы обучения; ** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;			

2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупнённые темы раздела	о б щ а я	Трудоёмкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час.							Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел		
		Контактная работа					ВАРС					
		Аудиторная работа					Консультации (в соответствии с учебным планом)	всего			фиксированные виды	
		всего	лекции	практические (всех форм)	лабораторные	занятия						
	2	3	4	5	6		7	8	9	10		
<b>Очная форма обучения</b>												
1 <b>Теоретические основы инженерной энзимологии</b>	26	16	2	4	-	10	10	2	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2		
	1.1 Общая характеристика ферментов											
	1.2 Структура ферментов											
	1.3 Классификация ферментов											
2 <b>Биоконверсия с использованием ферментов</b>	28	18	2	4	-	12	10	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2		
	2.1 Источники, структура и механизм действия протеолитических											

	ферментов											
	2.2 Ферменты животного происхождения											
	2.3 Ферменты растительного происхождения											
	2.4 Ферменты микробиологического происхождения											
3	<b>Промышленное получение и применение ферментных препаратов</b>	48	38	2	18	6	12	10	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	3.1 Получение ферментных препаратов из растительного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов растительного происхождения											
	3.2 Получение ферментных препаратов из животного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов животного происхождения											
	3.3 Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов											
4	<b>Иммобилизованные ферменты</b>	28	20	2	2	6	10	8	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	4.1 Носители для иммобилизации ферментов											
	4.2 Методы получения и применения иммобилизованных ферментов и клеток											
	4.3 Методы иммобилизации ферментов											
	4.4 Иммобилизация клеток	30	22	2	2	8	10	8	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	4.5 Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток											
	4.6 Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу											
	4.7 Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов	20	14	2	2	-	10	6	2	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	4.8 Иммобилизованные ферменты в медицине											
	Промежуточная аттестация		x	x	x	x	x	x	x	тестирование		
Итого по дисциплине		180	128	12	32	20	64	52	20			
<b>Заочная форма обучения</b>												
1	<b>Теоретические основы инженерной энзимологии</b>	30	2				2	28	2	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	1.1 Общая характеристика ферментов											
	1.2 Структура ферментов											
	1.3 Классификация ферментов											
2	<b>Биоконверсия с использованием ферментов</b>	33	3		1		2	30	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	2.1 Источники, структура и механизм действия протеолитических ферментов											
	2.2 Ферменты животного происхождения											
	2.3 Ферменты растительного происхождения											
	2.4 Ферменты микробиологического происхождения											
3	<b>Промышленное получение и применение ферментных препаратов</b>	43	7	1	2		4	36	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2	
	3.1 Получение ферментных препаратов из растительного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов растительного происхождения										ПК-1.1 ПК-1.2	
	3.2 Получение ферментных препаратов из животного сырья. Приме-										ПК-1.1	

	нение ферментов в технологии сырья и продуктов животного происхождения										ПК-1.2
	3.3 Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов										ПК-1.1 ПК-1.2
4	<b>Иммобилизованные ферменты</b>	40	4	1	1		2	36	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2
	4.1 Носители для иммобилизации ферментов										
	4.2 Методы получения и применения иммобилизованных ферментов и клеток										
	4.3 Методы иммобилизации ферментов										
	4.4 Иммобилизация клеток	30	2				2	28	4	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2
	4.5 Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток										
	4.6 Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу										
	4.7 Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов								2	Письменный опрос	ПК-1.1 ПК-1.2
	4.8 Иммобилизованные ферменты в медицине										
	Промежуточная аттестация		x	x	x	x	x	x	x	тестирование	ПК-1.1 ПК-1.2
Итого по дисциплине		180	18	2	4		12	158	20		

### 3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

#### 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По трем разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации.

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования;:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося в соответствии с планом-графиком, представленным в таблице 2.4; своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятиям, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

### 4. Лекционные занятия

№		Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
раздела	лекции		очная / очно-заочная форма	заочная форма	
1	2	3	4	5	6
1	1	Тема 1: Теоретические основы инженерной энзимологии	2	-	Традиционная лекция
		1.1 Общая характеристика ферментов			
		1.2 Структура ферментов			
		1.3 Классификация ферментов			
2	2	Тема 2: Биоконверсия с использованием ферментов	2	-	Лекция-визуализация
		2.1 Источники, структура и механизм действия протеолитических ферментов			
		2.2 Ферменты животного происхождения			

		2.3 Ферменты растительного происхождения			
		2.4 Ферменты микробиологического происхождения			
3	3	Тема 3: Промышленное получение и применение ферментных препаратов	2	1	Лекция-визуализация
		3.1 Получение ферментных препаратов из растительного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов растительного происхождения			
		3.2 Получение ферментных препаратов из животного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов животного происхождения			
		3.3 Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов			
4	4	Тема 4: Имобилизованные ферменты	2	1	Лекция-визуализация
		4.1 Носители для иммобилизации ферментов			
		4.2 Методы получения и применения иммобилизованных ферментов и клеток			
		4.3 Методы иммобилизации ферментов			
	5	4.4 Иммобилизация клеток	2		Традиционная лекция
		4.5 Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток			
		4.6 Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу			
	6	4.7 Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов	2		Традиционная лекция
4.8 Иммобилизованные ферменты в медицине					
Общая трудоемкость лекционного курса			12	2	x
Всего лекций по дисциплине:		час.	Из них в интерактивной форме:		час.
- очная/очно-заочная форма обучения		12	- очная/очно-заочная форма обучения		6
- заочная форма обучения		2	- заочная форма обучения		2
<b>Примечания:</b>					
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6;					
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.					

## 5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним

Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 5.

Таблица 5 - Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

Номер раздела (модуля)	занятия	Тема занятия/ Примерные вопросы на обсуждение (для занятий в формате семинарских)	Трудоемкость по разделу, час.		Используемые ин- терактивные формы	Связь занятия с ВАРС*
			очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	<b>1. Теоретические основы инженерной энзимологии</b>	4	-	Традиционное семинарское занятие	ОСП
		1. Химическая кинетика				
		2. Влияние концентрации фермента на скорость реакции				
		3. Характеристика кинетических констант $K_m$ и $\vartheta_{max}$				
		4. Графоаналитический метод определения $K_m$ и $\vartheta_{max}$				
2	2	<b>2. Биоконверсия с использованием ферментов</b>	4	1	Традиционное практическое занятие	ОСП
		1. Влияние температуры на активность ферментов				
		2. Влияние pH среды на активность ферментов				
		1. Виды ингибирования				
		2. Конкурентный тип ингибирования.				
		3. Неконкурентный тип ингибирования				
3	3	<b>3. Промышленное получение и применение ферментных препаратов</b>	6	2	Круглый стол	ОСП
		1. Источники протеолитических ферментов				
		2. Растительные протеазы – бромелин, фицин и				

	4	папаин. Использование их мясоперерабатывающей промышленности	6	Круглый стол	ОСП		
		3. Протеазы семян злаковых культур					
		4. Микробные протеазы					
	5	5. $\beta$ - галактозидаза и ее применение	6	Круглый стол	ОСП		
		6. Ренин, применение в сыроделии.					
		7. Микробные молокосвертывающие препараты					
		8. Амилазы в хлебопечении. Особенности использования амилаз в технологии хлеба					
	4	6	9. Амилазы в крахмалопаточной промышленности	1	Традиционное практическое занятие	ОСП	
			10. Амилазы в технологии пивоварения				
			11. Роль амилаз в технологии спирта				
			<b>4. Имобилизованные ферменты</b>				
		1. Методы иммобилизации	2				
		2. Физические методы иммобилизации ферментов	2				
		3. Химические методы иммобилизации ферментов					
		4. Имобилизация клеток – продуцентов ферментов	2				
		5. Носители для иммобилизации ферментов, требования к ним, их модификация.	2				
		Всего практических занятий по учебной дисциплине:	час	Из них в интерактивной форме:	час		
		- очная форма обучения	32	- очная форма обучения	18		
		- заочная форма обучения	4	- заочная форма обучения	2		
		В том числе в формате семинарских занятий:					
		- очная форма обучения	4				
		- заочная форма обучения					
* Условные обозначения:							
ОСП - предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; УЗ СРС - на занятии выдается задание на конкретную ВАРС; ПР СРС - занятие содержательно базируется на результатах выполнения студентами конкретной ВАРС; ...							
Примечания:							
- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6							
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2							

Подготовка обучающихся к практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На практических занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

### 6. Лабораторный практикум. Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

Номер			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час.		Связь с ВАРС		Используемые интерактивные формы
раздела *	лабораторной работы (ЛР)	лабораторного занятия		очная форма	заочная форма	Предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчёта о ЛР во внеаудиторное время +/-	
3	1	1-3	Изучение свойств ферментов дегидрогеназ	6	-		-	работа в малых группах
			Изучение кинетических характеристик ферментативного гидролиза крахмала			+	-	
			Выделение сахаразы из пекарских дрожжей			+		
4	2	4-6	Иммобилизация сахаразы на угле и определение активности фермента	6	-		-	работа в малых группах

3	7-11	Изучение кинетических характеристик ферментативного гидролиза белковых субстратов	8	-	+	
	12-16	Контроль качества молокосвертывающих ферментных препаратов			+	-
Итого ЛР		Общая трудоёмкость ЛР	20	-	x	
<p><i>Примечания:</i></p> <p>- материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6</p> <p>- обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1 и 2</p>						

## **7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины**

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах. Такими журналами являются: Пищевая промышленность, Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья, Вопросы питания. Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

### **Раздел 1 Теоретические основы инженерной энзимологии**

#### Краткое содержание

Общая характеристика ферментов. Структура ферментов. Классификация ферментов. Источники, структура и механизм действия протеолитических ферментов. Химическая кинетика. Влияние концентрации фермента на скорость реакции. Характеристика кинетических констант  $K_m$  и  $\Delta_{max}$ . Графоаналитический метод определения  $K_m$  и  $\Delta_{max}$

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Денатурация ферментов, методы повышения стабильности ферментов
2. Основы стационарной кинетики ферментативных реакций
3. Базовые положения нестационарной кинетики ферментативных реакций
4. Кинетика сопряженных ферментативных реакций

## Раздел 2. Биоконверсия с использованием ферментов

### Краткое содержание

Источники, структура и механизм действия протеолитических ферментов. Ферменты животного происхождения. Ферменты растительного происхождения. Ферменты микробиологического происхождения. Микробные молокосвертывающие препараты. Влияние температуры на активность ферментов. Влияние pH среды на активность ферментов. Виды ингибирования. Конкурентный тип ингибирования. Неконкурентный тип ингибирования

### Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Факторы, влияющие на ферментативную активность, основные способы регуляции ферментативной активности
2. Дайте характеристику ферментным препаратам животного происхождения
3. Дайте характеристику ферментным препаратам растительного происхождения
4. Дайте характеристику ферментным препаратам микробиологического происхождения
5. Что представляет собой конкурентное ингибирование?
6. Что представляет собой не конкурентное ингибирование?
7. Что представляет собой не бесконкурентное ингибирование?
8. Что представляет собой ингибирование субстратом?
9. Какие виды ингибирования вы знаете?
10. Что представляет собой аллостерическое ингибирование?
11. Что представляет собой необратимое ингибирование?

## Раздел 3. Промышленное получение и применение ферментных препаратов

### Краткое содержание

Получение ферментных препаратов из растительного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов растительного происхождения. Амилазы в хлебопечении. Особенности использования амилаз в технологии хлеба. Растительные протеазы – бромелин, фицин и папаин. Использование их мясоперерабатывающей промышленности. Протеазы семян злаковых культур. Амилазы в крахмалопаточной промышленности. Амилазы в технологии пивоварения. Роль амилаз в технологии спирта. Получение ферментных препаратов из животного сырья. Применение ферментов в технологии сырья и продуктов животного происхождения. Ренин, применение в сыроделии. Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов. Микробные протеазы.  $\beta$  - галактозидаза и ее применение.

### Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Применение ферментов при превращении сахара
2. Применение ферментов в процессах расщепления крахмала.
3. Применение ферментов при превращении сахара.
4. Применение ферментов для переработки целлюлозы и гемицеллюлозы.
5. Применение ферментов в производстве молочных продуктов.
6. Применение ферментов в хлебобулочной промышленности.
7. Применение ферментов в мясоперерабатывающей промышленности.
8. Применение ферментов в животноводстве.

## Раздел 4. Имобилизованные ферменты

### Краткое содержание

Носители для иммобилизации ферментов. Методы получения и применения иммобилизованных ферментов и клеток. Методы иммобилизации ферментов. Иммобилизация клеток. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу. Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные ферменты в медицине.

### Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Основные методы иммобилизации ферментов и клеток микроорганизмов
2. Влияние иммобилизации на параметры ферментативной реакции
3. Регуляция активности и стабилизации иммобилизованных ферментов
4. Диффузионные ограничения в реакциях с иммобилизованными ферментами
5. Кинетика реакций с участием иммобилизованных ферментов

6. Применение ферментов как лекарственных препаратов в медицине
7. Применение ферментов для диагностики в медицине
8. Реакторы с иммобилизованными ферментами

### Процедура оценивания

После изучения каждого раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических и семинарских занятиях и выполнения тестов по разделам дисциплины.

### ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ответов на варианты заданий для рубежного контроля

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

### Тестовые задания для рубежного контроля знаний

1. Ферменты являются ....  
регуляторами  
катализаторами  
активаторами субстратов  
переносчиками веществ через мембрану  
медиаторами нервного импульса
2. Ферменты могут состоять только из ....  
белка  
белка и небелковой части  
нуклеотидов  
низкомолекулярных азотсодержащих органических веществ  
липидов и углеводов
3. Кофактор – это:  
активная часть простого фермента;  
показатель активности фермента;  
показатель стабильности фермента;  
белковая часть сложного фермента;  
небелковая часть сложного фермента.
4. Кофермент – это:  
легкоотделяющаяся белковая часть сложного фермента;  
неотделяющаяся небелковая часть сложного фермента;  
белковая часть сложного фермента;  
небелковая часть простого фермента;  
непрочносвязанная небелковая часть сложного фермента
5. Активность ферментов падает при сдвиге pH от оптимума в результате  
изменяется степень ионизации группировок, входящих  
вактивный центр молекулы фермента  
изменяется конформация активного центра  
происходит денатурация фермента  
изменяется конформация аллостерического центра  
происходит гидролиз фермента
6. Преимущества иммобилизации клеток с повышенной проницаемостью оболочки  
длительное сохранение жизнеспособности  
большее связывание с носителем

повышение скорости диффузии субстрата  
повышение скорости выхода целевого продукта  
возможность использования проточных процессов

7. Энзимы – это .....  
биологические катализаторы  
клеточные органеллы  
ингибиторы  
индукторы

8. Гидролазы -  
участвуют в питании клетки  
участвуют в дыхании клетки  
ускоряют перенос кислорода в клетку  
переносят молекулы воды

9. Обратимость:  
особенность ферментативного катализа  
вывод веществ из клетки  
обмен веществ между клеткой и средой

10. Основные ферменты, участвующие в переваривании белков....  
липаза  
пепсин  
гастрин  
аминопептидаза  
амилаза  
трипсин

11. Активирование нерастворимого носителя в случае иммобилизации фермента необходимо для  
усиления включения фермента в гель;  
повышения сорбции фермента;  
повышения активности фермента;  
образования ковалентной связи.

12. Иммобилизация индивидуальных ферментов ограничивается таким обстоятельством, как:  
высокая лабильность фермента;  
наличие у фермента кофермента;  
наличие у фермента субъединиц;  
принадлежность фермента к гидролазам.

13. Иммобилизация целых клеток продуцентов лекарственных веществ нерациональна в случае:  
высокой лабильности целевого продукта (лекарственного вещества);  
использования целевого продукта только в инъекционной форме;  
внутриклеточной локализации целевого продукта;  
высокой гидрофильности целевого продукта;

14. Иммобилизация клеток продуцентов целесообразна в случае, если целевой продукт.....  
растворим в воде;  
не растворим в воде;  
локализован внутри клетки;  
им является биомасса клеток.

15. Целями иммобилизации ферментов в биотехнологическом производстве являются:  
повышение удельной активности;  
повышение стабильности;  
расширение субстратного спектра;  
многократное использование

#### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на тестовые вопросы тестирования рубежного контроля**

- оценка **«отлично»**, выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов от 81-100%;
- оценка **«хорошо»**, выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов от 71-80%;
- оценка **«удовлетворительно»**, выставляется обучающемуся, если количество правильных

- ответов от 61-70%;
- оценка «**неудовлетворительно**», выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов менее 60%.

## **8. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС**

### **8.1. Рекомендации по написанию рефератов**

**Учебные цели, на достижение которых ориентировано выполнение реферата:** получить целостное представление об основных современных проблемах макроэкономики и путей их решения.

**Учебные задачи, которые должны быть решены обучающимся в рамках выполнения реферата:**

- детальное рассмотрение наиболее актуальных проблем экономической теории;
- формирование и отработка навыков экономического исследования, накопление опыта работы с научной литературой, подбора и анализа фактического материала;
- совершенствование в изложении своих мыслей, критики, самостоятельного построения структуры работы, постановки задач, раскрытие основных вопросов, умение сформулировать логические выводы и предложения.

### **ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА рефератов**

- История открытия и исследования ферментов.
- Общие представления о ферментах, ферментативном катализ – Принципы классификации и номенклатуры ферментов
- Современное состояние и перспективные направления в области производства ферментных препаратов.
- Источники получения ферментов
- Скорость ферментативной реакции.
- Ферменты в качестве лекарственных препаратов и средств тестирования
- Перспективы применения ферментов сельскохозяйственном производстве
- Использование ферментов в производстве молочных продуктов
- Применение ферментов при расщеплении крахмала и превращении сахаров
- Использование ферментов в хлебобулочной и мясоперерабатывающей промышленности
- Технология ферментных препаратов из различных источников сырья
- Использование ферментов в различных областях народного хозяйства
- Кофакторы и коферменты
- Регуляция биосинтеза и активности ферментов.
- Участие ферментов в метаболизме.

### **Этапы работы над рефератом**

**Выбор темы.** Очень важно правильно выбрать тему. Выбор темы не должен носить формальный характер, а иметь практическое и теоретическое обоснование.

Автор реферата должен осознанно выбрать тему с учетом его познавательных интересов или он может увязать ее с темой будущей магистерской работы. В этом случае магистранту предоставляется право самостоятельного (с согласия преподавателя) выбора темы реферата из списка тем, рекомендованных кафедрой по данной дисциплине (см. выше). При этом весьма полезными могут оказаться советы и обсуждение темы с преподавателем, который может оказать помощь в правильном выборе темы и постановке задач.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендательном списке, то по согласованию с преподавателем обучающемуся предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20 страниц) не позволит раскрыть ее.

При выборе темы необходимо учитывать полноту ее освещения в имеющейся научной литературе. Для этого можно воспользоваться тематическими каталогами библиотек и библиографическими указателями литературы, периодическими изданиями и ежемесячными указателями психолого - педагогической литературы, либо справочно-библиографическими ссылками изданий посвященных данной теме.

После выбора темы составляется список изданной по теме (проблеме) литературы, опубликованных статей, необходимых справочных источников.

Знакомство с любой научной проблематикой следует начинать с освоения имеющейся основной научной литературы. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные (автор, название, место и год издания, издательство, страницы) используемых источников. Названия работ иностранных авторов приводятся только на языке оригинала.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе.

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата, но его можно использовать для составления плана реферата.

**Составление плана.** Автор по предварительному согласованию с преподавателем может самостоятельно составить план реферата, с учетом замысла работы, либо взять за основу рекомендуемый план, приведенный в данных методических указаниях по соответствующей теме. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая структура реферата:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

Глава 1 (полное наименование главы).

1.1. (полное название параграфа, пункта);

1.2. (полное название параграфа, пункта).

Глава 2 (полное наименование главы).

2.1. (полное название параграфа, пункта);

2.2. (полное название параграфа, пункта).

Заключение (или выводы).

Список использованной литературы.

Приложения (по усмотрению автора).

} Основная часть

**Титульный лист** заполняется по единой форме (Приложение 1).

**Оглавление** (план, содержание) включает названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

**Введение.** В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цели работы и основные вопросы, которые предполагается раскрыть в реферате, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

**Основная часть** реферата может быть представлена одной или несколькими главами, которые могут включать 2-3 параграфа (подпункта, раздела).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т.е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

**Заключение** (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

**Приложения** могут включать графики, таблицы, расчеты. Они должны иметь внутреннюю (собственную) нумерацию страниц.

**Библиография** (список литературы) здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

### Процедура оценивания

При аттестации бакалавра по итогам его работы над рефератом, руководителем используются критерии оценки качества **процесса подготовки реферата**, критерии оценки **содержания реферата**, критерии оценки **оформления реферата**, критерии оценки **участия обучающегося в контрольно-оценочном мероприятии**.

1. **Критерии оценки содержания реферата:** степень раскрытия темы; самостоятельность и качество анализа теоретических положений; глубина проработки, обоснованность методологической и методической программы исследования; качество анализа объекта и предмета исследования; проработка литературы при написании реферата.

2. **Критерии оценки оформления реферата:** логика и стиль изложения; структура и содержание введения и заключения; объем и качество выполнения иллюстративного материала; качество ссылок и списка литературы; общий уровень грамотности изложения.

3. *Критерии оценки качества подготовки реферата*: способность работать самостоятельно; способность творчески и инициативно решать задачи; способность рационально планировать этапы и время выполнения реферата, диагностировать и анализировать причины появления проблем при выполнении реферата, находить оптимальные способы их решения; дисциплинированность, соблюдение плана, графика подготовки диссертации; способность вести дискуссию, выстраивать аргументацию с использованием результатов исследований, демонстрация широты кругозора;

4. *Критерии оценки участия бакалавра в контрольно-оценочном мероприятии*: способность и умение публичного выступления с докладом; способность грамотно отвечать на вопросы;

#### **8.1.1. Шкала и критерии оценивания**

– оценка «отлично» по реферату присваивается за глубокое раскрытие темы, качественное оформление работы, содержательность доклада и презентации;

– оценка «хорошо» по реферату присваивается при соответствии выше перечисленным критериям, но при наличии в содержании работы и ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

– оценка «удовлетворительно» по реферату присваивается за неполное раскрытие темы, выводов и предложений, носящих общий характер, отсутствие наглядного представления работы и затруднения при ответах на вопросы;

– оценка «неудовлетворительно» по реферату присваивается за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы и ответов на вопросы.

Оценка по реферату расписывается преподавателем в оценочном листе. (Приложение 2)

#### **8.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем**

*Цель самостоятельного изучения тем* - приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся.

Самостоятельная работа является одним из видов учебной работы, включающим активные формы и методы обучения. Основными принципами организации самостоятельной работы являются: *максимальная индивидуализированность, систематичность, непрерывность, сотрудничество преподавателя и обучающегося.*

Основной формой самостоятельной работы является изучение теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание сообщений докладов, подготовка презентаций, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

В процессе подготовки к семинарскому занятию обучающийся изучает вопросы по темам. На занятии демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа. Представляет конспект.

#### **ВОПРОСЫ**

##### **для самостоятельного изучения темы «Теоретические основы инженерной энзимологии»**

- 1) Ферменты в пищевой промышленности
- 2) Факторы, влияющие на ферментативную активность, основные способы регуляции ферментативной активности
- 3) Денатурация ферментов, методы повышения стабильности ферментов
- 4) Основы стационарной кинетики ферментативных реакций
- 5) Базовые положения нестационарной кинетики ферментативных реакций
- 6) Кинетика сопряженных ферментативных реакций

#### **ВОПРОСЫ**

##### **для самостоятельного изучения темы «Биоконверсия с использованием ферментов»**

- 1) Протеолитические ферменты
- 2) Использование ферментных препаратов в животноводстве.
- 3) Протеолитические ферменты
- 4) Использование ферментных препаратов в животноводстве

**ВОПРОСЫ**  
**для самостоятельного изучения темы**  
**«Промышленное получение и применение ферментных препаратов»**

- 1) Амилолитические ферменты в промышленной переработке крахмала/
- 2) Использование ферментных препаратов для увеличения сроков хранения пищевых продуктов
- 3) Принцип функционирования ферментов в неводных средах. Основы мицеллярной энзимологии.
- 4) Основные методы конструирования ферментов с заданными свойствами
- 5) Применение ферментов в процессах расщепления крахмала
- 6) Применение ферментов при превращении сахара
- 7) Применение ферментов для переработки целлюлозы и гемицеллюлозы
- 8) Применение ферментов производстве молочных продуктов
- 9) Применение ферментов в хлебобулочной промышленности
- 10) Применение ферментов в мясоперерабатывающей промышленности
- 11) Применение ферментов в животноводстве

**ВОПРОСЫ**  
**для самостоятельного изучения темы**  
**«Иммобилизованные ферменты»**

- 1) Основные методы иммобилизации ферментов и клеток микроорганизмов
- 2) Влияние иммобилизации на параметры ферментативной реакции
- 3) Регуляция активности и стабилизации иммобилизованных ферментов
- 4) Диффузионные ограничения в реакциях с иммобилизованными ферментами
- 5) Кинетика реакций с участием иммобилизованных ферментов
- 6) Реакторы с иммобилизованными ферментами
- 7) Применение ферментов как лекарственных препаратов в медицине
- 8) Применение ферментов для диагностики в медицине

**Общий алгоритм самостоятельного изучения темы**

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов(план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

**8.2.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**  
**самостоятельного изучения темы**

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся оформил отчетный материал в виде доклада на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал в виде доклада на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы.

**9. Текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов**  
**учебной работы обучающегося**

**9.1 Вопросы для входного контроля**

1. Что лежит в основе классификации белков? На какие группы они делятся?
2. Назовите основные источники пищевого белка растительного и животного происхождения.
3. Приведите химизм цветных реакций белков. Какое практическое значение имеют эти реакции при работе с белковыми системами?
4. На какие классы делятся углеводы? Что лежит в основе их классификации?

5. Назовите продукты питания, являющиеся основными источниками углеводов.
6. Какие существуют методы количественного определения углеводов? В чем их сущность?
7. На какие классы делятся липиды?
8. Что собой представляют ацилглицеролы?
9. Назовите продукты питания, являющиеся основными источниками липидов.
10. Какие процессы происходят при пищевой порче жира?
11. От каких факторов зависит устойчивость при хранении жиров
12. и содержащих их продуктов?
13. К водо- или жирорастворимым относится витамин С?
14. Назовите продукты питания, являющиеся источниками витамина С.
15. Как влияют на содержание витамина С в продуктах питания освещение, тепловая обработка, длительность хранения?
16. Приведите структурную формулу витамина Р (рутина). Какова его химическая природа?
17. На какие биохимические процессы оказывает влияние витамин Р?
18. Укажите источники витамина Р.
19. Что такое свободная и связанная влага пищевых продуктов?
20. Какие существуют методы определения сухого вещества и влаги в пищевых продуктах?
21. Общие подходы к подбору и применению пищевых добавок
22. Функциональные классы пищевых добавок
23. Классификация чужеродных веществ и пути их поступления в продукты.
24. Характеристика антиалиментарных факторов питания.
25. Каковы причины загрязнения пищи тяжелыми металлами. Охарактеризуйте наиболее опасные из них.

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ответов на вопросы входного контроля**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме.

#### **9.2. Текущий контроль успеваемости**

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля может быть использован тестовый контроль. Тест состоит из небольшого количества элементарных вопросов по основным разделам дисциплины: неправильные решения разбираются на следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

### **ВОПРОСЫ и ЗАДАЧИ для самоподготовки к семинарским занятиям**

В процессе подготовки к семинарскому занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа. Представляет реферат. Для усвоения материала по теме занятия обучающийся решает задачи.

#### **Общий алгоритм самоподготовки**

##### **Тема 1. Теоретические основы инженерной энзимологии**

Вопросы для обсуждения

1. Химическая природа ферментов. Молекулярная масса ферментных белков. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
2. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии (1, 2, 3 этапы).
3. Термодинамические характеристики ферментативной реакции. Определение изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии. Значение этих величин для понимания действия ферментов
4. Различные уровни структурной организации ферментов и значение их для ферментативной активности.

5. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии (4 этап)
6. Класс лиаз
7. Общее представление о механизме действия ферментов. Общее понятие о катализе.
8. Снижение энергии активности при ферментативном катализе. Энергия активации в различных филогенетических групп организмов.
9. Биологическая роль ферментов.
10. Класс гидролаз
11. Последние достижения в изучении ферментов. Значение работ отечественных ученых в развитии энзимологии
12. Класс трансферраз
13. Класс лигаз
14. Класс изомераз
15. Класс оксидоредуктаз.

## **Тема 2. Биоконверсия с использованием ферментов**

Вопросы для обсуждения

1. Общее представление о механизме действия ферментов. Общее понятие о катализе.
2. Снижение энергии активности при ферментативном катализе. Энергия активации в различных филогенетических групп организмов.
3. Активный центр ферментов, его строение и функция. Методы изучения строения активного центра.
4. Значение третичной структуры в формировании активного центра. Гипотеза Кошланда об индуцированном структурном соответствии.
5. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментена и его анализ.
6. Фермент-субстратный комплекс. Связи, участвующие в его образовании. Доказательства образования фермент-субстратного комплекса.
7. Значение изучения кинетики ферментативных реакций. Основные понятия ферментативной кинетики. Скорость реакции. Закон действия масс. Константа скорости реакции
8. Роль субклеточных культур в регуляции действия ферментов. Обратимость действия ферментов. Антиферменты
9. Значение исследования pH на скорость ферментативных реакций. Возможные механизмы этого влияния.
10. Методы изучения ферментативной активности.
11. Аллостерическая регуляция активности ферментов
12. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций
13. Правила работы с ферментами. Хранение ферментных препаратов
14. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значения при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения
15. Методы очистки ферментов.

## **Тема 3. Промышленное получение и применение ферментных препаратов**

Вопросы для обсуждения

1. Ферменты препараты в сельском хозяйстве
2. Ферментные препараты в молочной промышленности
3. Ферментные препараты в мясной промышленности
4. Ферментные препараты в хлебопекарной промышленности
5. Получение кристаллических препаратов ферментов. Критерий чистоты ферментативных препаратов

### **4. Имобилизованные ферменты**

1. Имобилизованные ферменты.
2. Химическая иммобилизация ферментов
3. Физическая иммобилизация ферментов
4. Применение ферментов в медицине. "Молекулярные" болезни.
5. Использование иммобилизованных ферментов в биотехнологии
6. Преимущество иммобилизованных ферментов. Носители, применяемые для иммобилизации ферментов.
7. Понятия "ингибитор", классификация ингибиторов.
8. Использование иммобилизованных ферментов в биотехнологии
9. Ингибирование ферментативной реакции субстратом и продуктами
10. Обратимые неконкурентные ингибиторы. Определение констант ингибирования
11. Особенности ферментативного действия.

### 9.2.1 Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам семинарских занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал в виде реферата на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

### 9.3.1. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

#### ВОПРОСЫ для подготовки к итоговому контролю

1. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.
2. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов.
3. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических.
4. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.
5. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Механизмы инактивации ферментов.
6. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов.
7. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Реактивация инактивированных ферментов.
8. Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
9. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация ферментов. Иммуобилизация ферментов.
10. Экстремозимы и источники их получения.
11. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах.
12. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и пуллулаказы. Протеиназы. ДНК-полимеразы.
13. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.
14. Энзимопатология.
15. Энзимодиагностика.
16. Энзимотерапия.
17. Иммуобилизованные ферменты как лекарственные препараты.
18. Антигенные и иммуногенные свойства иммуобилизованных ферментов.
19. Ферментные препараты типа «контейнер». Использование липосом в качестве «контейнера».
20. Применение иммуобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии.
21. Перспективные направления развития ферментной терапии.
22. Ферменты в фармацевтической промышленности. Получение 6-аминопенициллановой кислоты с помощью пенициллинамидазы.
23. Ферменты в пищевой промышленности.
24. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Биохимическая основа процесса
25. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ,  $\beta$ -галактозидаз.
26. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы.
27. Ферментативный синтез сахаров.
28. Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.
29. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии
30. Белковая инженерия ферментов.
31. Абзимы и рибозимы. Практическое значение абзимов.

## 10. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

<b>10.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
<b>10.2 Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины</b>	
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	зачёт
<b>Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса</b>	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРО, на последней неделе семестра
<b>Основные условия получения обучающимся зачёта:</b>	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) подготовил полнокомплектное учебное портфолио.
<b>Процедура получения зачёта -</b>	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине (см. – Приложение 9)
<b>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:</b>	

### ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

- 1) Обучающийся предъявляет преподавателю учебное портфолио (систематизированная совокупность выполненных в течение периода обучения письменных работ и электронных материалов).
- 2) Преподаватель просматривает представленные материалы и записи в журнале учёта посещаемости и успеваемости обучающихся (выставленные ранее обучающемуся дифференцированные оценки по итогам входного, текущего и рубежного контроля).
- 3) Преподаватель выставляет «зачтено» в экзаменационную ведомость и в зачётную книжку обучающегося.

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Предусмотренная рабочей учебной программой учебная и учебно-методическая литература размещена в фондах НСХБ и/или библиотеке обеспечивающей преподавание кафедры.

Учебно-методические материалы для обеспечения самостоятельной работы обучающихся размещены в электронном виде в ИОС ОмГАУ-Moodle (URL: <http://do.omgau.ru>), где:

- обучающийся имеет возможность работать с изданиями ЭБС и электронными образовательными ресурсами, указанными в рабочей программе дисциплины, отправлять из дома выполненные задания и отчёты, задавать на форуме вопросы преподавателю или сокурсникам;
- преподаватель имеет возможность проверять задания и отчёты, оценивать работы, давать рекомендации, отвечать на вопросы (обратная связь), вести мониторинг выполнения заданий (освоения изучаемых разделов) по конкретному студенту и группе в целом, корректировать (в случае необходимости) учебно-методические материалы.

<b>ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 Инженерная энзимология</b>	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
Колодязная, В. А. Биотехнология : учебник / под ред. Колодяжной В. А. , Сомотруевой М. А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-5436-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454367.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454367.html</a> . - Режим доступа : по подписке.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>
Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд. , испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html</a> - Режим доступа : по подписке.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>
Горленко, В. А. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии : учебное пособие / В. А. Горленко, Н. М. Кутузова, С. К. Пятунина. - Москва : Прометей, 2013. - 262 с. - ISBN 978-5-7042-2445-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224457.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224457.html</a> . - Режим доступа : по подписке.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>
Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты) : учебник для вузов / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, А. И. Ключников [и др.] ; Под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 524 с. — ISBN 978-5-8114-9350-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/221213">https://e.lanbook.com/book/221213</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook">https://e.lanbook</a>
Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-8733-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179623">https://e.lanbook.com/book/179623</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="https://e.lanbook">https://e.lanbook</a>
Рогожин, В. В. Практикум по биохимии : учебное пособие / В. В. Рогожин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1586-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211406">https://e.lanbook.com/book/211406</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Сусянок, Г. М. Основы биохимии : учебник / Г.М. Сусянок. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1003787. - ISBN 978-5-16-014795-6. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1003787">https://znanium.com/catalog/product/1003787</a> . — Режим доступа: по подписке.	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Вопросы питания. – Москва : ООО ГЭОТАР-Медиа, 1932. – . – Выходит 6 раз в год. – ISSN 0042-8833. – Текст: непосредственный.	НСХБ
Пищевая промышленность. – Москва : Пищевая промышленность, 1930. – . – Выходит ежемесячно. – ISSN 0235-2487. – Текст : непосредственный.	НСХБ

**ПЕРЕЧЕНЬ  
РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»  
И ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ УНИВЕРСИТЕТА,  
необходимых для освоения дисциплины**

**Б1.В.ДВ.01.01 Инженерная энзимология**

<b>1. Удаленные электронные сетевые учебные ресурсы временного доступа, сформированные на основании прямых договоров с правообладателями (электронные библиотечные системы - ЭБС), информационные справочные системы</b>		
Наименование		Доступ
Электронно-библиотечная система издательства «Лань»		<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Электронно-библиотечная система «Znanium.com»		<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
Электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического ВУЗа («Консультант студента»)		<a href="http://studentlibrary.ru">http://studentlibrary.ru</a>
Универсальная база данных ИВИС		<a href="https://eivis.ru/">https://eivis.ru/</a>
Справочная Правовая Система КонсультантПлюс		<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
<b>2. Электронные сетевые учебные ресурсы открытого доступа:</b>		
Словари и энциклопедии на Академике		<a href="http://dic.academic.ru/">http://dic.academic.ru/</a>
Сайт журнала «Вопросы питания»		<a href="http://voprosy-pitaniya.ru/">http://voprosy-pitaniya.ru/</a>
Профессиональные базы данных		<a href="https://do.omgau.ru">https://do.omgau.ru</a>
<b>3. Электронные учебные и учебно-методические ресурсы, подготовленные в университете:</b>		
Автор(ы)	Наименование	Доступ
Высокогорский В.Е. Воронова Т.Д. Лазарева О.Н.	Биохимия [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч. 2 / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Омск : ОмГАУ, 2015. - 157 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/90740">https://e.lanbook.com/book/90740</a>
Высокогорский В.Е. Воронова Т.Д. Лазарева О.Н.	Биохимия. Часть 1 : учеб. пособие [Электронный ресурс] / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева ; ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – Текстовое электронное издание (63,3 Мб). – Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2016. ISBN 978-5-89764-579-4. – номер государственной регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» - 0321702063.	<a href="http://do.omgau.ru/course/view.php?id=1200">http://do.omgau.ru/course/view.php?id=1200</a>

Форма титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Агротехнологический факультет

Кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии

Направление – 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) «Биотехнологии пищевых продуктов и ингредиентов функционального, специализированного и персонализированного назначения»

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Инженерная энзимология»

на тему: \_\_\_\_\_

Выполнил(а): ст. \_\_\_\_ группы

ФИО \_\_\_\_\_

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО \_\_\_\_\_

Омск – \_\_\_\_\_ г.

Результаты проверки реферата					
№ п/п	Оцениваемая компонента реферата и/или работы над ним	Оценочное заключение преподавателя			
		по данной компоненте			
		Она сформирована на уровне			
		высоком	среднем	минимально приемлемом	ниже приемлемого
1	Соблюдение срока сдачи работы				
2	Оценка содержания реферата				
3	Оценка оформления реферата				
4	Оценка качества подготовки реферата				
5	Оценка выступления с докладом и ответов на вопросы				
6	Степень самостоятельности обучающегося при подготовке реферата				
Общие выводы и замечания по реферату					
Реферат принят с оценкой:		_____		_____	
		(оценка)		(дата)	
Ведущий преподаватель дисциплины		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	
Обучающийся		_____		_____	
		(подпись)		И.О. Фамилия	