



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.02.01 «Молекулярная энзимология»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 4 от 20.04.2024  
Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической  
биологии, биоинженерии и биоинформатики  
Протокол № 15 от 17.04.2024  
Зав. кафедрой В. П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3 Содержание учебного материала .....	9
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	11
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	13
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	15
а) перечень литературы .....	15
б) периодические издания .....	18
в) список авторских методических разработок .....	18
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы .....	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	19
6.2. Программное обеспечение .....	19
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	19
VII. Образовательные технологии .....	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	20

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

Цель дисциплины заключается в формировании системы знаний об актуальных проблемах молекулярной энзимологии, основах молекулярного действия ферментов, особенностях ферментативного катализа, основах молекулярного моделирования ферментов.

Задачи:

- сформировать представление о современном состоянии и перспективах развития молекулярной энзимологии;
- дать характеристику молекулярной организации ферментов;
- ознакомить с молекулярными основами биокатализа и ферментативной кинетики;
- научить умению самостоятельного поиска и анализа информации, использованию ее в процессе научно-практической деятельности.

## **II, МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Молекулярная энзимология» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 3 курсе, в 5 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами учебных программ специалитета «Общая биология», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Основы аналитической, физической и коллоидной химия», «Биохимия», *Требования к входным знаниям:*

1. Знание основ физики, математики, химии, биохимии, и ряда биологических дисциплин, которые создают необходимую теоретическую базу и практические навыки для понимания и осмысления положений, излагаемых в данном курсе.
2. Структурную организацию ферментов.
3. Классификацию ферментов.
4. Основы регуляции и секреции ферментов
5. Роль кофакторов и коферментов в ферментативном катализе

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Биотехнология, Нанобиотехнология, Большой практикум по профилю, Биоинженерные технологии в медицине, Нанобиоаналитические системы, Биофармация, Производственная практика, Преддипломная практика.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам;

ПК-2: Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования,

вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p><b>ПК- 1</b> Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам</p>	<p><b>ИДК ПК-1.1</b> Знать актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p>	<p>Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности</p>
	<p><b>ИДК ПК-1.2</b> Уметь использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>
	<p><b>ИДК ПК-1.3</b> Владеть навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в</p>	<p><b>ИДК ПК-2.1</b> Знать классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>	<p>Знает классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>
	<p><b>ИДК ПК-2.2</b> Уметь профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и</p>	<p>Способен профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>

<p>области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.</p>	<p>установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>	
	<p>ИДК ПК-2.3 Владеть статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>	<p>Владеет статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>

## I. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 14 часов

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

**3.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
	2			6	7	8	9	10	
	Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии	5	10		4	4		2	Устные ответы на вопросы по теме практической работы
	Фермент – основная часть метаболического процесса.	5	10		4	4		2	Устные ответы на вопросы по теме практической работы Написание реферата

Принципы молекулярного моделирования ферментов.	5	10		4	4		2	Устные ответы на вопросы по теме практической работы Написание реферата
Методы изучения ферментативных реакций.	5	7		3	3		1	Устные ответы на вопросы по теме практической работы Написание реферата
Стабилизация ферментов	5	7		3	3		1	Устные ответы на вопросы по теме практической работы

### 3.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	<i>Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии</i>	Работа с конспектами лекций, литературой и интернет-источниками	1-3	2	подготовка к устному собеседованию написание реферата	Раздел 5 а-г настоящей программы
5	Фермент – основная часть метаболического процесса.	Работа с конспектами лекций, литературой и интернет-источниками	4-7	2	подготовка к устному собеседованию написание реферата	Раздел 5 а-г настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Принципы молекулярного моделирования ферментов.	Работа с конспектами лекций, литературой и интернет-источниками	8-10	2	подготовка к устному собеседованию написание реферата	Раздел 5 а-г настоящей программы
5	Методы изучения ферментативных реакций.	Работа с конспектами лекций, литературой и интернет-источниками	11-15	1	подготовка к устному собеседованию написание реферата	Раздел 5 а-г настоящей программы
5	Стабилизация ферментов	Работа с конспектами лекций, литературой и интернет-источниками	16-18	1	Коллоквиум Реферат Доклад	Раздел 5 а-г настоящей программы
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 8						



### 4.3 Содержание учебного материала

#### Содержание разделов и тем дисциплины

##### Тема 1. Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии

Предмет «Молекулярная энзимология» его цели и задачи, значение. История развития, вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие молекулярной энзимологии. Перспективы развития молекулярной энзимологии. Фундаментальные и прикладные аспекты молекулярной энзимологии. Основные направления развития. Практическое значение.

##### Тема 2. Фермент – основная часть метаболического процесса.

Структурно-функциональные особенности биокатализа. Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы, энзимогены. Особенности строения активных центров ферментов, в том числе термофилов, мезофилов и психрофилов. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

##### Тема 3. Принципы молекулярного моделирования ферментов.

Основы моделирования ферментов. Общая характеристика промышленных процессов с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Ферменты в пищевой промышленности. Ферменты в химической промышленности. Ферменты в фармацевтической промышленности.

##### Тема 4. Методы изучения ферментативных реакций.

Хроматография и электрофорез. Контроль очистки ферментов, критерии чистоты ферментного препарата. Хранение ферментных препаратов. Лиофильная сушка.

##### Тема 5. Стабилизация ферментов

Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Методы стабилизации. Химическая модификация ферментов. Экстремозимы. Термозимы.

##### Тема 6. Понятия об энзимопатологиях.

Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства. Клинически значимые ферменты белкового, липидного, углеводного обмена, пуриновых и пиримидиновых оснований.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии	3	1	Контрольные вопросы и задачи	ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
2	Тема 2	Фермент – основная часть метаболического процесса.	3	1	Контрольные вопросы и задачи	ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
3	Тема 3	Принципы молекулярного моделирования ферментов.	3	1	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3

4	Тема 4	Методы изучения ферментативных реакций.	3	1	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
5	Тема 5	Стабилизация ферментов	3	1	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
6	Тема 6	Понятия энзимопатологиях.	3	1	Контр. вопр. и задачи, защита отчета, презентация доклада	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)**

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	<i>Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии</i>	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
2.	Фермент – основная часть метаболического процесса.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
3.	Принципы молекулярного моделирования ферментов.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
	Методы изучения ферментативных реакций.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
	Стабилизация ферментов	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

				<b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
	Понятия энзимопатологиях.	Изучить теоретический материал по вопросу.	ПК-1 ПК-2	<b>ПК-1</b> ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 <b>ПК-2</b> ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярная энзимология» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к зачету.

*Письменные работы.* Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

*Реферат* – форма письменной работы, которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме. Объем реферата может достигать 15-20 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (учебников, монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Самостоятельная работа студента предусматривает совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования: углубление и расширение знаний по предмету. Ниже представлены варианты самостоятельной работы студентов:

1. изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
2. подготовка к устному опросу на практических занятиях;
3. подготовка к текущим контрольным мероприятиям (контрольные работы, тестированию и зачету);

#### 4. написание рефератов.

##### *Темы для самостоятельной работы*

1. Дисциплина «энзимология», её цели и задачи, значение.
2. Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.
1. Концепция стабилизации переходного состояния
2. Основные кинетические кривые.
3. Молекулярные механизмы действия протеиназ.
4. Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов

##### *Рекомендации по подготовке реферата*

Глубокому усвоению студентами материала курса, с использованием теоретических и практических источников. Реферат позволяет наиболее полно и подробно осветить тему исследования, проанализировать суть вопроса и высказать свое отношение к описываемой проблеме.

Реферат должен включать следующие разделы: введение (указываются цели и задачи работы); основная часть, где дается анализ литературы, раскрывается “история вопроса”, излагаются основные положения поставленной проблемы; заключение, где приводятся оценки проделанной работы, дается анализ решения поставленных во введении задач. Обязательный пункт реферата - библиографический список использованной литературы.

Объем реферата не должен превышать 25 страниц печатного текста. Текст работы должен быть набран на компьютере шрифтом Times New Roman размером 14 пт (при использовании текстового процессора Microsoft Word). Шрифт, используемый в иллюстративном материале (таблицы, графики, диаграммы и т.п.), при необходимости может быть меньше, но не менее 10 пт. Межстрочный интервал в основном тексте (кроме иллюстративного материала) - полуторный, форматирование по ширине. При наборе текста следует соблюдать следующие размеры полей страницы: левое поле -30 мм; правое поле - 10 мм; верхнее поле - 20 мм; нижнее поле- 20 мм.

Реферат, оформленный в соответствии с требованиями, подписывается студентом и сдается преподавателю для проверки в установленные сроки. Реферат, имеющий замечания отдается для доработки и студент (ка) обязаны в надлежащий срок устранить замечания и сдать реферат на повторную проверку.

Для устного доклада студент должен подготовить тестовый материал на 7-10 минут, что составляет примерно четыре страницы машинописного текста и необходимый демонстрационный (наглядный) материал в виде таблиц, схем, графиков, диаграмм, фотографий. Наглядный материал, представляемый студентом для аргументации основных положений работы, должен обязательно иметь заголовки, пояснения, если требуются, к условным обозначениям. Не рекомендуется в качестве наглядных пособий использовать большие, перегруженные цифрами таблицы, а так же материал, оформленный в виде сплошного текста, мелкие диаграммы, рисунки и т.п.

Материал доклада рекомендуется излагать в следующей последовательности:

1. Наименование реферата, актуальность темы
2. Цели и задачи
3. Краткое изложение решения поставленных цели и задач
4. Выводы

В ходе выступления студент должен свободно владеть текстом доклада и использовать наглядные материалы (таблицы, схемы, диаграммы и др.). По окончании выступления слушатели, присутствующие на защите, задают вопросы студенту по теме доклада. На все поставленные вопросы студент должен дать исчерпывающие ответы.

При оценке реферата, устного сообщения учитывается, содержание, умение логично излагать свои представления, вести аргументированную дискуссию, четко отвечать на вопросы. Своевременное и качественное выполнение реферата возможно лишь

при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается со студентами.

### *Содержание и форма отчета по практической работе*

Отчет по практической работе должен включать следующие разделы:

1. Название работы
2. Цель и задачи работы
3. Методы исследования

В данном разделе приводятся перечень использованных в работе реактивов, приборов, оборудования и материалов; описание методик, литературные источники методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. Обсуждение результатов

В данном разделе приводятся особенности проведения работы, в том числе отклонения от общепринятых методик, обусловленные ошибками в постановке, погрешностями при приготовлении растворов, реактивов и т.д., приводятся калибровочные графики и расчеты. Дается описание и обсуждение результатов работы, дата проведенного исследования.

5. Выводы

Критерии оценивания реферата:

- Оценка «отлично» выставляется в том случае, если в реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса, материал изложен логично, последовательно, приведено не менее 10 литературных источников (среди которых преобладает литература за последние 5 лет), реферат оформлен в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.

- Оценка «хорошо» - тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором, оформление реферата соответствует техническим требованиям.

- Оценка «удовлетворительно» - тема раскрыта поверхностно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, в оформлении имеются технические недостатки, список литературы содержит менее 5 источников.

- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, скудный объем приведенных материалов.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как

простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Биохимия: учеб. для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – 3-е изд. – М.: Дрофа, 2008. – 638 с. - ISBN 978-5-358-04872-0 (50 экз.).
2. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - Москва : Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1+
3. Плакунов В.К. Основы динамической биохимии [Текст] : [учебник] / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - Москва : Логос, 2010. - 216 с. - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-98704-493-3+
4. Плакунов В.К. Основы энзимологии [Текст] : учеб. пособие / В.К. Плакунов ; В.К.Плакунов. - М. : Логос, 2001. - 127 с. - ISBN 5-9401-0027-9 (17 экз.)+

Кроме этого, студентам рекомендуется изучение периодических научных изданий: «Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология».

### **б) программное обеспечение**

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
4. <http://6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической и биофизической направленности.
5. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
6. <http://www.uspto.gov/> - просмотр патентов на United States Patents and Trademark office.
7. <http://www.molecularcloning.com/> - протоколы методов A Laboratory Manual. Joseph Sambrook and David W. Russell.
8. <http://www.protocol-online.org/> - Сайт содержит хорошо структурированную коллекцию ссылок на протоколы методов (в основном, различных лабораторий). Имеется тематический форум.
9. [http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys\\_methods/](http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/phys_methods/) - книга А.Н. Шендрика «Инструментальные методы исследования в биохимии»
10. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
11. ЭБС «Руконт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
12. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
13. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Молекулярная энзимология» базируется на следующих ресурсах:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 66 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Общая и прикладная энзимология»: проектор Epson EB-X03, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Инженерная энзимология»: презентации в количестве 5 шт.

- Аудитория для проведения занятий лабораторного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универс двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат

ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные OHAUS – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр КФ 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spreso бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярная энзимология»

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870Т тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт.

*Лаборатория биохимии и биотехнологии*

Хроматограф жидкостный микроколоночный "Милихром-6"; Нанофотометр Pearl - 1шт; Ферментер Minifors Spreso бактериальный-1шт; служащими для представления учебной информации по дисциплине «Инженерная энзимология»

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий, доля которых составляет не менее 25 % аудиторных занятий. Доля лекционных занятий по дисциплине составляет 48 % от аудиторной нагрузки.

*Стандартные методы обучения:*

- Информационная лекция
- Лабораторные занятия, предназначенные для практического освоения студентами наиболее востребованных в биологии физико-химических методов;
- Самостоятельная работа студентов;
- Консультации преподавателя;
- Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение расчетных задач;

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций);



- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление результатов деятельности (рефератов и отчетов по лабораторным работам) с использованием специализированных программных сред.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### *Тестовые задания для входного контроля*

1. Аминокислоты в водном растворе при значениях рН, близких к нейтральным, содержат: а) ионизированную аминогруппу; б) протонированную карбоксильную группу; в) протонированную аминогруппу; г) ионизированную карбоксильную группу
2. Пептидная связь, образующая первичную структуру белков является: а) ковалентной; б) ионной; в) водородной; г) Ван-дер-ваальсовой
3. Какие связи образуют  $\alpha$ -спираль во вторичной структуре белка? а) Вандер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
4. Какие факторы могут вызывать необратимую денатурацию белка? а) взаимодействие с лигандом; б) ограниченный протеолиз; в) действие солей тяжелых металлов г) изменение конформации белков за счет химической модификации
5. Из пуриновых оснований в нуклеиновых кислотах обнаружены: а) аденин; б) Тимин; в) урацил; г) цитозин
6. Среди перечисленных соединений укажите электролиты: а) NaOH; б) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>; в) HCl; г) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH; д) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>
7. Какой элемент имеет только отрицательную степень окисления? а) кислород; б) неон; в) углерод; г) литий; д) фтор
8. При нагревании скорость химической реакции: а) уменьшается; б) не меняется; в) сначала возрастает, потом падает; г) возрастает
9. Равновесие реакции смещается в сторону образования продуктов реакции при: а) увеличении концентрации исходных веществ; б) уменьшении концентрации исходных веществ; в) увеличении концентрации продуктов реакции; г) неизменных концентрациях всех веществ
10. Универсальная газовая постоянная – это работа, которую совершит при увеличении температуры на 1К в изобарном процессе: а) 1 кг газа; б) 1 кмоль газа; в) 1 м<sup>3</sup> газа; г) 1 литр газа.
11. Выберите наиболее правильное определение: показатель рН - это: а) концентрация протонов в растворе; б) концентрация гидроксил-анионов в растворе; в) логарифм концентрации протонов в растворе; г) обратный логарифм концентрации протонов в растворе
12. К нуклеозидмонофосфатам относится: а) АТР; б) АМР; в) ТМР; г) СТР
13. По правилу Вант-Гоффа скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза при: а) наличии катализатора; б) повышении температуры; в) повышении давления; г) понижении температуры
14. Массовая доля водорода меньше всего в веществе, формула которого: а) CH<sub>4</sub>; б) H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; в) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; г) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>
15. Количество (моль) катионов и анионов, образующихся при полной диссоциации 1 моль фосфата натрия, соответственно равно: а) 1 и 3; б) 1 и 4; в) 4 и 1; г) 1 и 1
16. Направление окислительно-восстановительной реакции:  $Fe^{3+} + I^- \rightarrow Fe^{2+} + I_2$ , протекающей при стандартных условиях:  $E^0: I_2 / I^- = +0.536В$ ;  $Fe^{3+}/Fe^{2+} = +0.771В$ ; а) вправо; б) влево; в) реакция равновесна; г) этих данных недостаточно для определения направления реакции

17. Единицы измерения скорости химической реакции: а) моль·л<sup>-1</sup>с<sup>-1</sup>; б) л·моль<sup>-1</sup>; в) с·моль<sup>-1</sup>; г) моль·л<sup>-1</sup>мин<sup>-1</sup>
18. Выражение "Раствор с массовой долей 3%" означает: а) в 100 г воды растворено 3 г соли; б) в 97 г воды растворено 3 г соли; в) в 103 г раствора содержится 3 г соли.
19. Водные растворы электролитов проводят электрический ток за счет: а) катионов и электронов; б) анионов и электронов; в) только электронов; г) катионов и анионов
20. Вещества, которые при диссоциации в воде в качестве катионов образуют только ионы водорода, называются: а) щелочами; б) кислыми солями; в) кислотами; г) амфотерными гидроксидами
21. На катоде обычно протекают процессы: а) окисления; б) восстановления; в) диссоциации электролитов на ионы.
22. Буферным свойством обладает смесь: а) (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb и CH<sub>3</sub>COOH; б) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и NH<sub>4</sub>OH; в) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и HNO<sub>3</sub>; г) Cu(OH)<sub>2</sub> и CuCl<sub>2</sub>

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств - выявить сформированность компетенции ПК-2.

#### *Темы рефератов*

1. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах.
2. Природа и характеристика типов взаимодействий; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.
3. Физический смысл констант.
4. Молекулярные механизмы действия протеиназ.
5. Типы катализа протеиназами.
6. Классификация протеиназ по типу катализа и строению активного центра.
7. Молекулярный механизм действия трипсина.
8. Понятие о ковалентном типе катализа. Стереохимические особенности отдельных стадий каталитической реакции.
9. Ацилфермент при катализе протеиназами.
  10. Строение, получение, реакция транспептидации.
  11. Молекулярный механизм действия пепсина.
  12. Понятие об общем катализе. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием пепсина.
  13. Молекулярный механизм действия лизоцима. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием лизоцима.
  14. Молекулярный механизм действия аспаратаминотрансферазы.
  15. Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов, оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов.

#### *Контрольные вопросы для текущего контроля*

1. Какие принципы лежат в основе классификации органических соединений?
2. Каковы принципы классификации аминокислот?
3. Какие растворители используют для экстракции аминокислот?
4. Как можно разделить смесь аминокислот и идентифицировать их?
5. Какие методы используют для количественного определения аминокислот?
6. Дайте общую характеристику липидам. Каковы принципы классификации липидов?
7. Как можно извлечь липиды из биологических образцов?

8. Какие принципы лежат в основе классификации углеводов?
9. Какие методы используют для извлечения углеводов?
10. Для разделения смеси каких углеводов используют бумажную или тонкослойную хроматографию?
11. Какие способы классификации белков растений вы знаете? На каких принципах они основаны?
12. Какие способы фракционирования белков используют при их выделении?
13. Какие свойства белков позволяют их фракционировать?
14. Какие соли обычно используют для осаждения белков? Почему?
15. Какова последовательность этапов очистки белков?
16. Как можно очистить белки от низкомолекулярных соединений?
17. Дайте сравнительную характеристику ДНК и РНК.
18. Какие физико-химические методы используют для выделения нуклеиновых кислот?
19. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы выделения и очистки ДНК и РНК?
20. Почему нуклеиновые кислоты и белки выделяют на холоду?
21. Как очистить нуклеиновые кислоты от белка и других органических соединений?
22. Как можно проконтролировать степень чистоты препаратов ДНК и РНК?
23. Какие методы используют для количественного определения ДНК и РНК?

Углубление знаний по курсу осуществляется за счет организации самостоятельной работы студентов по разделам, установленным программой дисциплины.

1. Уникальность феномена биокатализа; специфичность и эффективность.
2. Представление о способах понижения ферментом активационного барьера химической реакции.
3. Молекулярный механизм действия пепсина.
4. Молекулярный механизм действия лизоцима.
5. Молекулярный механизм действия аспаратаминотрансферазы.
6. Оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов.

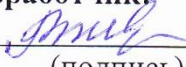
### ***Оценочные средства для промежуточной аттестации***

#### ***Примерный перечень вопросов к зачету***

1. Особенности строения активных центров ферментов; связывание субстрата; каталитические остатки; подвижность групп активного центра.
2. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах.
3. Природа и характеристика типов взаимодействий; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.
4. Представление о способах понижения ферментом активационного барьера химической реакции.
5. Диаграмма зависимости энергии системы от координаты реакции. Концепции биокатализа.
6. Гипотетические концепции напряжения и деформации. Основные положения и характерные черты.
7. Концепция индуцированного соответствия Д. Кошланда. Основные постулаты и понятия, динамическая комплементарность фермента и субстрата, факторы катализа.
8. Концепция стабилизации переходного состояния. Отличие от концепций дестабилизации основного состояния, экспериментальные подтверждения, примеры.
9. Основные кинетические кривые.
10. Стадии ферментативной реакции. Понятие начальной скорости.
11. Принцип стационарности. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации субстрата в кинетике Михаэлиса.

12. Фермент-субстратный комплекс. Форма кинетической кривой. Кинетика Михаэлиса-Ментен.
13. Основное уравнение для начальной скорости реакции.
14. Физический смысл констант. Линеаризация основного уравнения. Практическая значимость. Примеры. Ингибирование. Типы ингибирования.
15. Влияние ингибиторов на форму кинетических кривых.
16. Примеры ковалентных и нековалентных ингибиторов протеиназ.
17. Структурные формулы ингибиторов и принципы ингибирования.
18. Молекулярные механизмы действия протеиназ.
19. Типы катализа протеиназами.
20. Классификация протеиназ по типу катализа и строению активного центра.
21. Молекулярный механизм действия трипсина.
22. Понятие о ковалентном типе катализа. Стереохимические особенности отдельных стадий каталитической реакции.
23. Ацилфермент при катализе протеиназами.
24. Строение, получение, реакция транспептидации.
25. Молекулярный механизм действия пепсина.
26. Понятие об общем катализе. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием пепсина.
27. Молекулярный механизм действия лизоцима. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием лизоцима.
28. Молекулярный механизм действия аспартатаминотрансферазы.
29. Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов, оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов.
30. Моделирование по гомологии.

**Разработчик:**

 доцент Михайленко В.Л.  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**