



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ   
Декан биолого-почвенного факультета  
факультет Матвеев А.Н.  
« 10 » марта 2020 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01 «ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: «Физико-химическая биология и биотехнология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

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

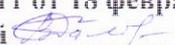
Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 4 от 10 марта 2020 г.

Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.

Председатель   
проф. Матвеев А.Н.

Зав. кафедрой  Саловарова В.П.

Иркутск 2020 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	5
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	9
а) основная литература;	9
б) дополнительная литература;	9
в) программное обеспечение;	10
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	11
10. Образовательные технологии	12
11. Оценочные средства. (ОС).	12

## **1. Цели и задачи дисциплины:**

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

Задачи:

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

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Общая и прикладная энзимология» является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология, профиль «Физико-химическая биология и биотехнология».

Изучение материала дисциплины базируется на знаниях, полученных в курсах общей, органической, аналитической, физической, коллоидной, биорганической и неорганической химии, физики, общей биологии.

*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 и механизм действия ферментов.
3. Классификацию ферментов.
4. Регуляцию и секрецию ферментов
5. Роль кофакторов и коферментов в ферментативном катализе

Полученные при изучении курса «Общая и прикладная энзимология» знания будут использованы при изучении дисциплин «Молекулярная биология клетки», «Введение в биотехнологию», «Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии» и т.д.

Настоящий курс для будущих бакалавров, является неотъемлемой частью учебного процесса и направлен на углубление знаний по дисциплинам профиля «Физико-химическая биология и биотехнология».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

1. способность владеть физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, методами биоинженерии и биотехнологии, необходимыми для профессиональной деятельности (СПК – 4)
2. способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать

получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** принципы молекулярной организации ферментов, основные концепции биокатализа.

**Уметь:** решать расчетные задачи по основным разделам дисциплины.

**Владеть:** основами теоретических подходов к моделированию комплексов ферментов с лигандами.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72/2,0	72/2,0
<b>Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>	14/0,39	14/0,39
В том числе:		
Лекции	36/1,0	36/1,0
Практические занятия (ПЗ)	36/1,0	36/1,0
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)		
КСР	3/0,08	3/0,08
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	69/1,92	69/1,92
В том числе:		
Выполнение заданий по самостоятельной работе		
Реферат		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36/1,0	36/1,0
<b>Контактная работа (всего)</b>	75/2,08	75/2,08
Общая трудоемкость	часы	180
	зачетные единицы	5
		180
		5

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

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

Предмет «Общая и прикладная энзимология» его цели и задачи, значение. История развития, вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие молекулярной энзимологии. Перспективы развития молекулярной энзимологии. Роль ферментов в биогенных системах.

Фермент – составная часть метаболического процесса. Многообразие ферментов, их общие и специфические свойства. Особенности действия ферментов: высокая эффективность, специфичность, мягкие условия протекания реакции, способность к регуляции. Классификация ферментов. Международная классификация ферментов (КФ). Общая характеристика основных классов ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы). Систематическое и тривиальное название фермента. Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы, зимогены. Рибозимы и каталитические антитела (абзимы). Иммуобилизованные ферменты. Локализация ферментов в клетке. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.

### **Тема 2. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах**

Особенности строения активных центров ферментов; связывание субстрата; каталитические остатки; подвижность групп активного центра. Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.

### **Тема 3. Основные концепции биокатализа**

Представление о способах понижения ферментом активационного барьера химической реакции. Диаграмма зависимости энергии системы от координаты реакции. Концепции биокатализа. Гипотетические концепции напряжения и деформации. Основные положения и характерные черты. Концепция индуцированного соответствия Д. Кошланда. Основные постулаты и понятия, динамическая комплементарность фермента и субстрата, факторы катализа. Концепция стабилизации переходного состояния. Отличие от концепций дестабилизации основного состояния, экспериментальные подтверждения, примеры.

### **Тема 4. Ферментативная кинетика**

Основные кинетические кривые. Стадии ферментативной реакции. Понятие начальной скорости. Принцип стационарности. Зависимость начальной скорости реакции от концентрации субстрата в кинетике Михаэлиса. Фермент-субстратный комплекс. Форма кинетической кривой. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Основное уравнение для начальной скорости реакции. Физический смысл констант. Линеаризация основного уравнения. Практическая значимость. Примеры. Ингибирование. Типы ингибирования. Влияние ингибиторов на форму кинетических кривых. Примеры ковалентных и нековалентных ингибиторов протеиназ. Структурные формулы ингибиторов и принципы ингибирования.

### **Тема 5. Химия протеолиза**

Молекулярные механизмы действия протеиназ. Типы катализа протеиназами. Классификация протеиназ по типу катализа и строению активного центра. Молекулярный механизм действия трипсина. Понятие о ковалентном типе катализа. Стереохимические особенности отдельных стадий каталитической реакции. Ацилфермент при катализе протеиназами. Строение, получение, реакция транспептидации. Молекулярный механизм действия пепсина. Понятие об общем катализе. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием пепсина. Молекулярный механизм действия лизоцима. Стереохимические особенности стадий каталитической реакции под действием лизоцима. Молекулярный механизм действия аспаратаминотрансферазы.

### **Тема 6. Основы молекулярного моделирования ферментов**

Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов, оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов. Моделирование по гомологии.

#### **5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)

1.	«Молекулярная биология клетки»	1	2	3	4	5	6			
2.	«Введение в биотехнологию»	1	2	3	4	5	6			
3.	«Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии»	2	3	4	6					
4.	«Биофизика»	1	2	4						
5.	«Основы физико-химической биологии»	1	4	6						
6.	«Молекулярная биотехнология микробиологических систем»	1	2	3	4	5	6			
7.	«Основы моделирования биологических процессов»	2	3	4						

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел №1. Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии	Предмет «Общая и прикладная энзимология» его цели и задачи, значение.	6	6			10	22
2.	Раздел № 2. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах.	Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.	6	6			10	22
3.	Раздел № 3. Основные концепции биокатализа.	Концепция стабилизации переходного состояния	6	6			14	26
4.	Раздел № 4. Ферментативная кинетика.	Основные кинетические кривые.	6	6			14	26
5.	Раздел № 5. Химия протеолиза.	Молекулярные механизмы действия протеиназ.	6	6			11	23
6.	Раздел № 6. Основы молекулярного моделирования ферментов.	Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов	6	6			10	22

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

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел №1. Научные и практические аспекты молекулярной энзимологии	Предмет «Общая и прикладная энзимология» его цели и задачи, значение.	6	Устный опрос	СПК- 4 ПК-2
2.	Раздел №2. Межатомные взаимодействия в фермент-субстратных комплексах.	Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.	6	Устный опрос	СПК- 4 ПК-2
3.	Раздел №3. Основные концепции биокатализа.	Концепция стабилизации переходного состояния	6	Устный опрос	СПК- 4 ПК-2
4.	Раздел №4. Ферментативная кинетика.	Основные кинетические кривые.	6	Задачи	СПК-4 ПК-2
5.	Раздел №5. Химия протеолиза.	Молекулярные механизмы действия протеиназ.	6	Задачи	СПК- 4 ПК-2
6.	Раздел №6. Основы молекулярного моделирования ферментов.	Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов	6	Задачи	СПК- 4 ПК-2

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-3	Предмет «Общая и прикладная энзимология» его цели и задачи, значение.	Устный опрос	№1	1,2	10
4-6	Природа и характеристика межатомных типов взаимодействий в фермент-субстратных комплексах; зависимость типов взаимодействий от расстояния между атомами и молекулярного окружения.	Реферат	№2	1,2	10

7-9	Концепция стабилизации переходного состояния	Реферат	№3	1,2	14
10-12	Основные кинетические кривые.	Устный опрос	№4	1,2	14
13-15	Молекулярные механизмы действия протеиназ.	Реферат	№5	1,2	11
16-18	Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов	Реферат	№6	1,2	10

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

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 семинарских занятиях;
3. подготовка к текущим контрольным мероприятиям (контрольные работы, тестированию и экзамену);
4. написание рефератов и подготовка докладов.

### *Темы для самостоятельной работы*

1. Предмет «Общая и прикладная энзимология» его 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.
2. Концепция стабилизации переходного состояния
3. Основные кинетические кривые.
4. Молекулярные механизмы действия протеиназ.
5. 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, где 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) материала 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.

#### *Рекомендации по выполнению контрольных работ*

Контрольная работа, выполняемая студентом во время самостоятельного изучения теоретического материала дисциплины, дает представление о степени подготовленности студента, об его умении работать со специальной литературой и позволяет судить о его общей эрудированности и грамотности. Студент выполняет одну контрольную работу определенного варианта. Контрольная работа включает три теоретических вопроса. При выполнении контрольной работы следует использовать список рекомендуемой литературы. Ответы на вопросы должны быть конкретными и освещать имеющийся по данному разделу материал. Во время подготовки контрольной работы следует использовать знания, полученные при изучении других предметов. Работа должна быть выполнена в строгом соответствии с последовательностью вопросов, изложенных в варианте задания.

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Не предусмотрена учебным планом

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

Для проведения дисциплины «Общая и прикладная энзимология» студент обеспечен всей необходимой учебно-методической литературой и доступом к программному обеспечению и интернет-ресурсам. Вся необходимая учебно-методическая литература имеется в библиотеке студенческого абонеента. Доступ к интернет-ресурсам осуществляется через

интернет-класс факультета, зональной научной библиотеки и локальной компьютерной сети университета.

а) основная литература

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 : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 848 с. - (Методы в биологии). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2126-1

б) дополнительная литература

1. Биссвангер Х. Практическая энзимология [Текст] : [учебник] / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосолова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 328 с. - ISBN 978-5-94774-940-3 (3 экз.)
2. Плакунов В.К. Основы динамической биохимии [Текст] : [учебник] / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - Москва : Логос, 2010. - 216 с. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-98704-493-3
3. 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.)

в) 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

Интернет-источники:

1. [www.chem.qmul.ac.uk/iubmb](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb) - Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.
2. [www.swissport.com](http://www.swissport.com) – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов
3. <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.
4. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает

унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области. Справочный раздел содержит сведения о научных организациях и университетах России, в которых ведутся работы по математическому моделированию в биологии, персональную информацию о российских ученых, работающих в этой области и их трудах, аннотированный список международных и российских журналов, печатающих статьи по моделированию в биологии. Библиотека содержит библиографическую, аннотированную и полнотекстовую информацию по математическому моделированию биологических процессов, в том числе специально подготовленные электронные версии более 20 российских монографий и учебных пособий по математическим моделям в биологии.

5. <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.
6. <http://humbio.ru/humbio/Biochem/000b6185.htm> - электронный ресурс - краткий учебник по основным вопросам биохимии.
7. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
8. ЭБС «Руконт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
9. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
10. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

- Аудитория для проведения занятий лекционного 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 универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Общая и прикладная энзимология». *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Общая и прикладная энзимология»: презентации в количестве 5 шт.

- Аудитория для проведения занятий практического 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 универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Общая и прикладная 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 BenQ G955 – 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 ScreenVidiaEcot. 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 D870T 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.

## **10. Образовательные технологии:**

В ходе освоения студентами дисциплины «Общая и прикладная энзимология» используются традиционные и инновационные виды образовательных технологий:

**1. Лекция-визуализация.** В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.

**2. Проблемная лекция.** В ходе проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема не имеет однотипного решения, готовой схемы нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. В ходе лекции происходит диалог преподавателя и студентов.

**3. Лекция с разбором конкретной ситуации.** В ходе лекции конкретная ситуация излагается устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи и т. п. Студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

**4. Коллоквиум-консультация,** при котором до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов.

**5. Индивидуальные проблемные задания,** связанные с поиском и анализом полученной информации и формулированием выводов и готового решения, которое формулируется в виде готового эссе или рефератов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся, содержанием программы и составляет 25% аудиторных занятий.

Все разделы дисциплины обеспечены контрольными материалами для текущей и промежуточной аттестации, которые представлены в электронно-образовательной среде

Educa. Предусмотрена возможность проведения лекционных и практических занятий с использованием on-line видеоконференций (на платформах Zoom, BigBlueButton).

## **11. Оценочные средства (ОС):**

11.1. Оценочные средства для входного контроля по дисциплине «Общая и прикладная энзимология» представлены в виде тестов с закрытыми вопросами.

### **1 тестирование**

#### **1. Автором теории индуцированного соответствия в ферментативном катализе является:**

- 1) Л. Михаэлис
- 2) Д. Кошланд
- 3) Дж. Бриггс
- 4) Дж. Холдейн - Э. Фишер

#### **2. Скорость ферментативной реакции зависит от:**

- 1) концентрации фермента
- 2) молекулярной массы фермента
- 3) молекулярной массы субстрата
- 4) молекулярной гетерогенности фермента

#### **3. Активный центр сложного фермента состоит из:**

- 1) аминокислотных остатков
- 2) аминокислотных остатков, ассоциированных с небелковыми веществами
- 3) металлов
- 4) углеводов

#### **4. К коферментам относятся:**

- 1) пируват
- 2) НАД<sup>+</sup>
- 3) гем
- 4) витамин В1

#### **5. Класс ферментов указывает на:**

- 1) конформацию фермента
- 2) тип кофермента
- 3) тип химической реакции, катализируемой данным ферментом
- 4) строение активного центра фермента

#### **6. Константа Михаэлиса численно равна такой концентрации субстрата, при которой скорость реакции равна**

- 1)  $1/3$  максимальной
- 2)  $1/2$  максимальной
- 3)  $1/5$  максимальной
- 4)  $1/10$  максимальной

#### **7. Каждый фермент имеет кодовый номер:**

- 1) пятизначный
- 2) четырехзначный
- 3) двухзначный
- 4) трехзначный

#### **8. Характер кривой скорости ферментативной реакции от рН определяется:**

- 1) концентрацией фермента
- 2) концентрацией субстрата
- 3) ионизацией функциональных групп активного центра фермента
- 4) ионизацией химических группировок субстрата

#### **9. Активаторами ферментов являются:**

- 1) ионы металлов
- 2) анионы
- 3) коферменты
- 4) аминокислоты

**10. Ферменты необратимо ингибируются под действием:**

- 1) липидов
- 2) ионов тяжелых металлов
- 3) аминокислот
- 4) углеводов

## 2 Тестирование

**1. Бесконкурентным ингибированием называется торможение ферментативной реакции, вызванное присоединением ингибитора:**

- 1) к субстрату
- 2) к ферменту
- 3) к фермент-субстратному комплексу
- 4) другой вариант ответа

**2. Аллостерическими эффекторами ферментов являются:**

- 1) коферменты
- 2) углеводы
- 3) дипептиды
- 4) продукты превращения субстрата

**3. Ингибирование аллостерического фермента происходит в результате действия:**

- 1) субстрата
- 2) отрицательного эффектора
- 3) положительного эффектора
- 4) кофермента

**4. Влияние концентрации субстрата на скорость реакции аллостерического фермента описывается:**

- 1) параболической кривой
- 2) сигмоидной кривой
- 3) прямой линией
- 4) другой линией

**5. Кривая зависимости скорости реакции аллостерического фермента от концентрации субстрата свидетельствует о том, что:**

- 1) активные центры отдельных субъединиц функционируют автономно
- 2) активные центры субъединиц функционируют кооперативно
- 3) активные центры субъединиц функционируют автономно и кооперативно
- 4) в зависимости от концентрации субстрата

**6. Аллостерические ферменты могут иметь:**

- 1) только один аллостерический центр
- 2) несколько аллостерических центров
- 3) в процессе ферментативной реакции число аллостерических центров фермента может изменяться
- 4) два аллостерических центра

**7. Кинетика аллостерических ферментов:**

- 1) описывается уравнением Михаэлиса—Ментен
- 2) не описывается уравнением Михаэлиса—Ментен
- 3) описывается уравнением Михаэлиса—Ментен в определенных условиях
- 4) другой вариант ответа

**8. Мультиферментные комплексы представляют собой:**

- 1) совокупность ферментов одного класса;

- 2) ферменты, катализирующие сходные реакции
- 3) полиферментные системы, выполняющие определенную функцию
- 4) ферменты, ассоциированные с клеточной мембраной

**9. В мультиферментных комплексах:**

- 1) все субстраты подобны друг другу
- 2) все субстраты отличаются друг от друга
- 3) продукты превращения одного субстрата являются исходным субстратом для следующего фермента
- 4) все ферменты катализируют превращение одного и того же субстрата

**10. Для изоферментов характерно:**

- 1) генетическое различие в первичной структуре ферментного белка
- 2) эпигенетические различия
- 3) те и другие, в зависимости от источника получения ферментного белка
- 4) другой вариант ответа

11.2. Текущий контроль по дисциплине включает в себя оценку знаний на практических занятиях, а также оценку самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета в виде ситуационных задач, деловых и ролевых игр, диспутов, тренингов.

Назначение оценочных средств ТК – позволяет выявить сформированность следующий компетенций: СПК-4, ПК-2.

*Тематика рефератов для текущей аттестации*

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*

Углубление знаний по курсу осуществляется за счет организации самостоятельной работы студентов по разделам, установленных 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.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая и прикладная энзимология» проводится в форме зачета.

*Примерный список 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 аспаратаминотрансферазы.
29. Теоретические подходы к моделированию фермент-субстратных комплексов, оценка стереохимической продуктивности фермент-субстратных комплексов.
30. Моделирование по гомологии.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу и успешно сдавшие текущую аттестацию. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности, и только затем допускаются к сдаче экзамена.

Критерии оценки: ответ полный, раскрывающий историю рассматриваемой проблемы, основных авторов проблемы, теоретические положения проблемы, пути их решения.

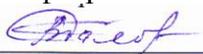
*Формально:* оценивается достижение целей образовательного стандарта высшего профессионального образования и соответствия фактического уровня развития личности профессионала проектируемому.

**Разработчик:**

 доцент Михайленко В.Л.  
(подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.

Зав.кафедрой  проф. Саловарова В.П.

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