

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. проректора по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Кагуров Т.А.

«30» \_\_\_\_\_ мая 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.15 ЭНЗИМОЛОГИЯ**

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль) / специализация Биохимия

Форма обучения Очная

Квалификация Бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.15 ЭНЗИМОЛОГИЯ  
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным  
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки /  
специальности 06.03.01 Биология  
код и наименование направления подготовки

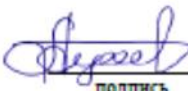
Программу составил(и):

Н.Н. Улитина, доцент, канд. биол. наук  
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

  
подпись

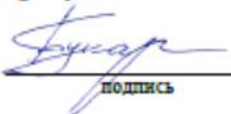
Рабочая программа дисциплины Б1.В.15 Энзимология утверждена на заседании  
кафедры генетики, микробиологии и биохимии  
протокол № 9 «24» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Худокормов А.А.  
фамилия, инициалы

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
протокол № 8 «25» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.  
фамилия, инициалы

  
подпись

Рецензенты:

Кремнева О. Ю., заведующая лабораторией фитосанитарного мониторинга  
агроэкосистем ФГБНУ ФНЦБЗР, канд. биол. наук

Щербатова А. Ф., доцент кафедры биологии и экологии растений КубГУ, канд. биол.  
наук, доцент

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Подготовить специалистов в области биохимии, обладающих глубокими фундаментальными знаниями, способных рационально проводить поисковые экспериментальные исследования, эффективно использовать в научно-исследовательской и практической работе современные методы биохимических исследований, обобщать и анализировать полученные результаты.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. Ознакомить с современными представлениями о структурной организации ферментов.
2. Рассмотреть механизмы ферментативного катализа.
3. Изучить внутриклеточную локализацию ферментов и их кинетических свойства.
4. Ознакомить с регуляцией активности ферментов в норме и при различных патологических процессах.
5. Рассмотреть использование ферментов как эффективных биокатализаторов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве.
6. Научить пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в ферментативных исследованиях.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энзимология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного освоения «Энзимологии» студенты должны обладать знаниями, полученными при изучении следующих дисциплин: Физика, Химия, Цитология и гистология, Биохимия с основами молекулярной биологии, иметь навыки работы в биохимической лаборатории (знать правила техники безопасности, уметь готовить растворы реактивов), а также уметь работать на персональном компьютере и пользоваться расчетными программами. Знания, полученные при изучении «Энзимологии» необходимы для успешного освоения следующих дисциплин: Биохимия растений, Биохимия критических состояний, Стратегия биохимических адаптаций, Пищевая химия, Вирусология и молекулярно-генетические методы исследования, Генная инженерия, История и методология биологии.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3 Способен ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов</b>	
ИПК-3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии;	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: основные понятия о химическом и ферментативном катализе; о специфичности ферментов; о ингибиторах и регуляции ферментативной активности Умеет: разрабатывать новые методические подходы определения ферментативной активности Владеет: фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями о классификации и номенклатуре ферментов, строении ферментов
	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ИПК-3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира;	Знает: современные представления о закономерностях действия ферментов
	Умеет: интерпретировать экспериментальные результаты для выяснения молекулярных механизмов биохимических процессов в норме и патологии
	Владеет: компьютерной техникой применительно к биохимическим экспериментам
ИПК-3.3. Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: механизмы ферментативных реакций – равновесные и кинетические стадии
	Умеет: определять скорость реакции нулевого, первого и второго порядков; константу Михаэлиса-Ментен
	Владеет: методами определения зависимости скорости реакции от концентрации компонентов в реакционной смеси

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная	очно-заочная	заочная
		7 семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>37,2</b>	<b>37,2</b>	–	–
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	–	–
занятия лекционного типа	12	12	–	–
лабораторные занятия	–	–	–	–
практические занятия	22	22	–	–
семинарские занятия	–	–	–	–
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	–	–
Контроль самостоятельной работы (КСР)	3	3	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	–	–
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>34,8</b>	<b>34,8</b>	–	–
Контрольная работа (КР)	6	6	–	–
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	2	2	–	–
Реферат (подготовка) (Р)	8	8	–	–
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	10	10	–	–
Подготовка к текущему контролю	8,8	8,8	–	–

<b>Контроль:</b>	–	–	–	–
Подготовка к экзамену	–	–	–	–
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	–
	<b>в том числе контактная работа</b>			–
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	–

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курс) (очная форма обучения)

ния)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Классификация и номенклатура ферментов		2	2	–	2
2.	Строение ферментов	7	1	2	–	2
3.	Коферменты	7	1	2	–	4
4.	Механизм ферментативной реакции	7	1	2	–	4
5.	Специфичность ферментов	8	2	2	–	2
6.	Кинетика ферментативных реакций	12	2	4	–	4
7.	Ингибиторы и регуляция ферментативной активности	12	2	4	–	4
8.	Иммобилизация ферментов	9,8	1	4	–	4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	<i>68,8</i>	<i>12</i>	<i>22</i>	<i>–</i>	<i>26</i>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3		3		
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2		0,2		
	Подготовка к текущему контролю	8,8				8,8
	<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>25,2</b>		<b>34,8</b>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Классификация и номенклатура ферментов.	История исследования ферментов. Номенклатура ферментов. Принципы международной классификации ферментов. Организации – IUBMB и IUPAC. Характеристика классов и подклассов ферментов, основные представители групп.	ПК Р
2.	Строение ферментов.	Строение простых и сложных ферментов. Активный центр: структура и методы идентификации. Регуляторный центр. Изостерические и аллостерические лиганды-регуляторы. Типы мультиферментных систем. Множественные формы ферментов, изоферменты (классификация, номенклатура).	ПК Р

3.	Коферменты	Простетические группы и кофакторы. Общие механизмы действия кофакторов. Химическая природа коферментов. Классификации коферментов. Характеристика основных представителей различных групп коферментов (глутатион, липоевая кислота, убихинон, производные пиродоксина, тиаминпирофосфат, биотин, тетрагидрофолиевая кислота, переносчики фосфата, кофермент А, никотинамидные коферменты, флавиновые, кобамидные, железопорфириновые).	ПК Р
4.	Механизм ферментативной реакции.	Механизмы ферментативных реакций – равновесные и кинетические стадии. Лимитирующие и бимолекулярные стадии ферментативных реакций. Конформационные изменения в ферментных реакциях.	ПК Р
5.	Специфичность ферментов	Специфичность – особое свойство ферментов. Концепции: стерического соответствия, «ключ – замок», индуцированного соответствия, напряжений и деформаций. Количественные аспекты специфичности. Стереоспецифичность ферментов.	ПК Р
6.	Кинетика ферментативных реакций.	Порядок и молекулярность ферментативной реакции. Скорость реакции нулевого, первого и второго порядков. Кинетика ферментативных реакций. Работы Анри, Брауна, Михаэлиса-Ментен, Бриггса, Холдейна. Кинетическая кривая. Скорость ферментативных реакций, способы выражения. Зависимость скорости реакции от концентрации фермента. Причины отклонения от линейности. Условие стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная константа – $K_s$ и константа Михаэлиса – $K_m$ . Максимальная скорость реакции. Определение кинетических констант (метод Лайнуивера-Берка, Вульфа-Хайнса, Иди-Хофсти, Эйзенталя и Корниш-Боуден). Способы выражения активности ферментов. Влияние температуры и pH на скорость реакции. Влияние ионной силы и состава буферных растворов на активность ферментов. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов в реакционной смеси.	ПК Р
7.	Ингибиторы и регуляция ферментативной активности	Ингибиторы ферментов и их кинетическая классификация. Константа ингибирования, методы ее определения. Графический анализ разных типов ингибирования. Механизмы ингибирования. Регуляция активности ферментов внутриклеточными сигналами. Изостерическая регуляция (регуляция субстратом, кофактором и продуктом реакции). Аллостерическая регуляция.	ПК Р

8.	Иммобилизация ферментов	Принципы иммобилизации ферментов (адсорбция, включение в пористую матрицу, капсулирование, образование перекрестных сшивок, ковалентное связывание на твердом носителе). Стабилизация ферментов при иммобилизации. Регулирование активности иммобилизованных фазовым переходом носителя. Внешне диффузные и внутри диффузные эффекты реакций с иммобилизованными ферментами.	ПК Р
----	-------------------------	--	---------

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Классификация и номенклатура ферментов	Работа 1. Определение концентрации белка с помощью Кумасси (методика Брэдфорд)	ЗР ПО
2.	Строение ферментов	Работа 1. Количественное определение сульфгидрильных групп	ЗР ПО
3.	Коферменты	Работа 1. Ингибирование сукцинатдегидрогеназы мышечной ткани малонатом	ЗР ПО
4.	Механизм ферментативной реакции	Работа 1. Влияние концентрации субстрата на скорость ферментативной реакции. Работа 2. Определение скорости ферментативной реакции при разных температурах	ЗР ПО
5.	Специфичность ферментов	Работа 1. Определение специфичности амилазы	ЗР ПО
6.	Кинетика ферментативных реакций	Работа 1. Определение оптимума рН-активности пепсина	ЗР ПО
7.	Ингибиторы и регуляция ферментативной активности	Работа 1. Определение действия пепстатина на пепсин	ЗР ПО
8.	Иммобилизация ферментов	Работа 1. Ковалентная иммобилизация ферментов на поверхности непористого стекла	ЗР ПО

Контрольная работа (КР), защита работы (ЗР), написание реферата (Р), письменный опрос (ПО), проверка конспекта (ПК) и т.д.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и

		биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
2	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Энзимология» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты. Для лиц с нарушениями зрения и опорно-двигательного аппарата работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений.

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л	Проблемные лекции, лекции-визуализации, лекции-беседы, лекции-дискуссии по темам: Активный центр (структура и методы идентификации). Регуляторный центр. Изостерические и аллостерические лиганды-регуляторы.	3
2	ПЗ	Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: Специфичность ферментов Подготовка студентами мультимедийных презентаций по темам: Ингибиторы и регуляция ферментативной активности Иммобилизация ферментов	3
Итого			6



#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Энзимология».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов для подготовки к практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии;	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p><b>Знает:</b> основные понятия о химическом и ферментативном катализе; о специфичности ферментов; о ингибиторах и регуляции ферментативной активности</p> <p><b>Умеет:</b> разрабатывать новые методические подходы определения ферментативной активности</p> <p><b>Владеет:</b> фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями о классификации и номенклатуре ферментов, строении ферментов.</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов</p> <p>Реферат</p> <p>Практическая работа по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов</p>	<p>Вопрос на зачете 1-30</p>
2	ИПК-3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира;	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p><b>Знает:</b> современные представления о закономерностях действия ферментов</p> <p><b>Умеет:</b> интерпретировать экспериментальные результаты для выяснения молекулярных механизмов биохимических процессов в норме и патологии</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов</p> <p>Реферат</p>	<p>Вопрос на зачете 1-30</p>

		<b>Владеет:</b> компьютерной техникой применительно к биохимическим экспериментам	Практическая работа по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов	
3	ИПК-3.3. Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: <b>Знает:</b> механизмы ферментативных реакций – равновесные и кинетические стадии <b>Умеет:</b> определять скорость реакции нулевого, первого и второго порядков; константу Михаэлиса-Ментен <b>Владеет:</b> методами определения зависимости скорости реакции от концентрации компонентов в реакционной смеси	Вопросы для письменного опроса по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов Реферат Практическая работа по теме: Классификация и номенклатура ферментов, Строение ферментов, Коферменты, Механизм ферментативной реакции, Специфичность ферментов, Кинетика ферментативных реакций, Ингибиторы и регуляция ферментативной активности, Иммуобилизация ферментов	Вопрос на зачете 1-30

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

Для подготовки к текущему контролю знаний студенты самостоятельно проверяют свой уровень знаний по соответствующему разделу дисциплины в рамках самоконтроля по предложенным вопросам к темам.

**Перечень вопросов для письменного контроля знаний студентов на практических занятиях по изучаемым темам:**

**Тема 1.** Классификация и номенклатура ферментов

1) Номенклатура ферментов. Организации – IUBMB и IUPAC.

- 2) Принципы международной классификации ферментов.
- 3) Характеристика классов и подклассов ферментов, основные представители групп.
- 4) История исследования ферментов.

#### **Тема 2. Строение ферментов**

- 1) Функциональные отличия ферментов от химических катализаторов.
- 2) Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов.
- 3) Структура простых и сложных ферментов.
- 4) Активный и аллостерический центры. Структура активного центра.
- 5) Структура и методы идентификации активного центра (кинетические закономерности ингибирования, сайт-специфичный мутагенез, структура ферментов на атомарном уровне).
- 6) Множественные формы ферментов, изоферменты. Классификация изоферментов.

#### **Тема 3. Коферменты**

- 1) Кофакторы и коферменты. Растворимые коферменты и простетические группы.
- 2) Характеристика основных групп коферментов.

#### **Тема 4. Механизм ферментативной реакции**

- 1) Механизм действия ферментов.
- 2) Последовательность событий в ходе ферментативного катализа.
- 3) Роль активного центра в ферментативном катализе.

#### **Тема 5. Специфичность ферментов**

- 1) Специфичность. Концепция «ключ – замок».
- 2) Концепция индуцированного соответствия.
- 3) Концепция напряжений и деформаций.

#### **Тема 6. Кинетика ферментативных реакций**

- 1) Понятие – молекулярность реакции, порядок реакции.
- 2) Схема реакции,  $K_r$  константа равновесия,  $K_s$  субстратная константа.
- 3) Схема реакции, уравнение Михаэлиса-Ментен.
- 4) Уравнение Бриггса-Холдейна. Математическая взаимосвязь  $K_m$  и  $K_s$ . График зависимости скорости реакции от концентрации субстрата (указать порядок реакций,  $K_m$ ).

#### **Тема 7. Ингибиторы и регуляция ферментативной активности**

- 1) Регуляция количества молекул фермента в клетке.
- 2) Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью молекул субстрата и коферментов.
- 3) Регуляция каталитической активности ферментов
- 4) Основные способы регуляции активности ферментов: аллостерическая регуляция; регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий; регуляция путём фосфорилирования/дефосфорилирования молекулы фермента; регуляция частичным (ограниченным) протеолизом.
- 5) Ингибиторы ферментов и их кинетическая классификация.

#### **Тема 8. Иммунизация ферментов**

- 1) Принципы иммунизации ферментов.
- 2) Стабилизация ферментов при иммунизации.

#### **Темы рефератов:**

1. История исследования ферментов

2. Влияние температуры и pH на скорость реакции
3. Ингибиторы ферментов и их кинетическая классификация
4. Стереоспецифичность ферментов
5. Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов.
6. Иммунизация ферментов (адсорбция, включение в пористую матрицу, капсулирование, образование перекрестных сшивок, ковалентное связывание на твердом носителе).
7. Стабилизация ферментов при иммобилизации.
8. Регулирование активности иммобилизованных фазовым переходом носителя.
9. Внешнедиффузные и внутридиффузные эффекты реакций с иммобилизованными ферментами.
10. Использование ферментов в пищевой промышленности
11. Биокаталитические методы защиты окружающей среды
12. Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов. Ферменты – маркеры субклеточных структур, их использование в науке и медицине.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации**

#### **Вопросы для подготовки к зачету:**

- 1) Номенклатура ферментов. Организации – IUBMB и IUPAC.
- 2) Принципы международной классификации ферментов.
- 3) Характеристика классов и подклассов ферментов, основные представители групп.
- 4) История исследования ферментов.
- 5) Функциональные отличия ферментов от химических катализаторов.
- 6) Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов.
- 7) Структура простых и сложных ферментов.
- 8) Активный и аллостерический центры. Структура активного центра.
- 9) Структура и методы идентификации активного центра (кинетические закономерности ингибирования, сайт-специфичный мутагенез, структура ферментов на атомарном уровне).
- 10) Множественные формы ферментов, изоферменты. Классификация изоферментов.
- 11) Кофакторы и коферменты. Растворимые коферменты и простетические группы.
- 12) Характеристика основных групп коферментов.
- 13) Механизм действия ферментов.
- 14) Последовательность событий в ходе ферментативного катализа.
- 15) Роль активного центра в ферментативном катализе.
- 16) Специфичность. Концепция «ключ – замок».
- 17) Концепция индуцированного соответствия.
- 18) Концепция напряжений и деформаций.
- 19) Понятие – молекулярность реакции, порядок реакции.
- 20) Схема реакции, Kp константа равновесия, Ks субстратная константа.
- 21) Схема реакции, уравнение Михаэлиса-Ментен.
- 22) Уравнение Бриггса-Холдейна. Математическая взаимосвязь Km и Ks. График зависимости скорости реакции от концентрации субстрата (указать порядок реакции, Km).
- 23) Регуляция количества молекул фермента в клетке.
- 24) Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью молекул субстрата и коферментов.
- 25) Регуляция каталитической активности ферментов
- 26) Основные способы регуляции активности ферментов: аллостерическая регуляция; регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий; регуляция путём фосфорилирование/дефосфорилирование молекулы фермента; регуляция частичным (ограниченным) протеолизом.

- 27) Ингибиторы ферментов и их кинетическая классификация.
- 28) Принципы иммобилизации ферментов.
- 29) Стабилизация ферментов при иммобилизации.
- 30) Использование ферментов в медицине.

### **Критерии оценивания по зачету:**

«Зачтено» получает студенту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы или если он дал неполные или неточные ответы, но ответил на уточняющие вопросы, а также выполнил программу занятий.

«Не зачтено» получает студент, если он дал неполные или неточные ответы и не ответил на уточняющие вопросы, если он не ответил ни на один вопрос, а также не выполнил программу занятий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Биохимия: учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 759 с.: ил. - ISBN 978-5-9704-3762-9.

2. Плакунов В.К. Основы энзимологии: учебное пособие. Москва: Логос, 2002. 127 с. [Электронный ресурс] Режим доступа:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687>

3. Биссвангер Х. Практическая энзимология [Текст] = Practical Enzymology : [учебное пособие] / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; предисл. А. В. Левашова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 328 с. : ил. - (Методы биологии). - Библиогр. в конце параграфов. - ISBN 9785947749403 : 270.86.

4. Науменко О. А. Основы строения и кинетики ферментов в биологических системах: учебное пособие [Электронный ресурс] / Оренбург:ОГУ,2017. -183с. - 978-5-7410-1666-4. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469374>

5. Ферментативная регуляция метаболизма: учебное пособие [Электронный ресурс] / Воронеж: Издательский дом ВГУ,2014. -144с. - 978-5-9273-2111-7. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441603>

## 5.2. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полуг.)
Биофизика	6	ЧЗ	1959, 1961-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010-2018 (1 полуг.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)
Вестник экологического образования в России		ЧЗ	1999 № 3, 2000-2006, 2007 № 1, 3-4, 2008-2010, 2011 № 1-3, 2012, 2013 № 3, 2014- 2016, 2017 №1
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полуг.)
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе		ЧЗ	2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-
Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полуг.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2
Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015-2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полуг.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Электронно-библиотечные системы (ЭБС):*

1. Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### ***Профессиональные базы данных***

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>
2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>
10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.over-sea.cnki.net/>
13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

### ***Информационные справочные системы***

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### ***Ресурсы свободного доступа***

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>
5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>.

### ***Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ***

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Подготовка к практическим занятиям**

Студенты, не имеющие физических ограничений должны:

1. Ознакомиться с темой, целью, задачами работы;
2. Ознакомиться с предложенными теоретическими вопросами
3. Изучить соответствующий лекционный материал;
4. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
5. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
6. Ознакомиться с работами и ходом их выполнения;
7. Ознакомиться с оборудованием;
8. Выполнить предложенные задания в соответствии с ходом работы;
9. Письменно оформить практическую работу, сделать структурированные выводы

### **Написание реферата**

Выбор темы реферата осуществляется преподавателем в рамках изучаемой дисциплины исходя из интересов студентов. Прежде чем выбрать тему реферата, студенту необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

Цель реферата – приобретение студентами навыков самостоятельной работы по подбору, изучению, анализу и обобщению литературных источников.

Объем реферата составляет 7-15 страниц машинописного текста.

Критерии оценки реферата:

- Соответствие содержания теме.
- Правильность и полнота использования источников.
- Соответствие оформления реферата стандартам.

По усмотрению преподавателя рефераты могут быть представлены на семинарах, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

Процесс выполнения реферата состоит из следующих этапов:

1. Подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками.
2. Составление плана реферата.
3. Изучение отобранных литературных источников.
4. Написание текста реферата.
5. Оформление реферата.

*Обязательными элементами реферата являются:*

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть документа.
5. Заключение.
6. Список использованных источников (литература, сайты и т.д.).

**Введение** должно содержать краткую оценку состояния исследуемого вопроса, проблемы и актуальность выбранной темы, цели и задачи исследований, объекта и предмета исследований используемые методы, методики и технологии, оценку практической значимости полученных результатов. Объем введения должен быть не более 3-5 страниц печатного текста.

**В основной части** приводят данные, отражающие сущность и основные результаты выполненной работы.

Основная часть должна содержать:



- обоснование выбранной темы (направления исследования), методы решения задачи, описание выбранной методики проведения эксперимента;
- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи.

**Заключение** должно содержать краткие выводы по результатам выполненных исследований и оценку полноты решения поставленных задач.

**Список использованных информационных источников** (литература, сайты и т.д.) должен быть составлен в соответствии с положением «Общие требования и правила составления библиографии» и содержать библиографические сведения о литературных источниках.

В приложения могут быть включены:

- иллюстрации вспомогательного характера;
- инструкции и методики, разработанные в процессе выполнения работы;
- таблицы вспомогательных цифровых данных.

Работа должна быть логически выдержана, в ней соблюдаются единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая, стилистическая грамотность.

### Самостоятельная подготовка

1. Ознакомиться с темой и вопросами СР;
2. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
3. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс в составе: интерактивная доска Projecta, интерактивный короткофокусный проектор Epson, интерактивная трибуна с микрофонами, видеочасть для конференций, документ-камера, звуковое оборудование; выход в сеть Интернет	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория 430	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: ПЭВМ преподавателя 1 шт. с выходом в интернет	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения практических работ. Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: рН-метр Hanna Instruments рН211, Эксперт 001.301; кол-лекторы фракций;	Microsoft Windows Microsoft Office

	<p>спектроном-204, спектрофотометр ска-нирующий двулучевой LEKI SS21 UV; гомогенизаторы; термостат LIOP LB-140; центрифуга лабораторная ЦЛнМ-80-2S; шкаф сушильный; шкаф вытяжной, дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 10-100мл ВЮНН Sartorius - 10 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 100-1000мл ВЮНН Sartorius - 13 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 500-5000мл ВЮНН Sartorius – 8 шт., лабораторные электронные весы ОНАУS SPX123, лабораторные электронные весы ОНАУS SPX421). Ком-плекты лабораторного биохимического оборудования (пробирки, мерные пробирки, ступки, пестики, спиртовки, держатели, пипетки, наборы реактивов</p>	
--	---	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows Microsoft Office</p>
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)	<p>Мебель: учебная мебель Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телевизор</p>	<p>Microsoft Windows Microsoft Office</p>

