

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Энзимология

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.04 Энзимология относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	ПК-1.1: Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах ПК-1.2: Умеет: - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах ПК-1.3: Владеет: - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования	ПК-1.1: Знает и способен последовательно и логично изложить сведения по основным вопросам энзимологии в письменной и устной формах.  ПК-1.2: Умеет планировать и проводить исследование в области энзимологии, представлять его результаты в виде отчета, критически анализировать результаты собственного исследования на основе данных научной литературы  ПК-1.3: Имеет опыт поиска, анализа, представления и обсуждения результатов энзимологического исследования	Доклад-презентация Отчет по лабораторным работам Тест	Экзамен: Портфолио Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>

в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение. Химическая природа биологических катализаторов. Выделение и очистка ферментов.	28	10	8	18	10
Механизмы ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Обработка данных энзимологического исследования.	28	6	12	18	10
Регуляция ферментативной активности	28	10	6	16	12
Номенклатура и классификация ферментов. Промышленное получение и сферы применения ферментов	22	6	6	12	10
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	32	32	66	42

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Биологическая роль, общие и специфические свойства ферментов. Строение ферментов. Активный центр, его сайты и типичные аминокислоты. “Двойное сито” в работе АРСаз.
2. Строение ферментов. Одно- и двухкомпонентные ферменты (с примерами). Функции кофакторов и апоферментов.
3. Активные центры ферментов, подцентры (сайты) АЦ. Процесс формирования активного центра при фолдинге. Примеры строения АЦ (сериновые протеиназы, дегидрогеназы и др.). Роль кофакторов в функционировании АЦ.
4. Апоферменты: строение, синтез, роль в ферментативном катализе.
5. Понятие кофактора. Кофакторы (коферменты и простетические группы): различные классификации, роль в ферментативном катализе. Кофакторы алифатического ряда (глутатион, липоевая кислота).
6. Понятие кофакторов. Кофакторы - производные витаминов. ТПФ (ТДФ), ПЛФ, ПМФ,

дезоксиаденозилкобаламин, метилкобаламин, биотин, ТГФК. Примеры ферментов с кофакторами данной группы.

7. Понятие кофакторов. Кофакторы нуклеотидного типа строения (НАД(Ф), ФМН, ФАД, КоА, НТФ, НДФС – формулы, примеры ферментов).

8. Принципы Международной системы номенклатуры и классификации ферментов, примеры. Другие возможные принципы деления ферментов на семейства, классы и группы.

9. Кинетика ферментативных реакций. Общая, удельная и молекулярная активность (число оборотов). Единицы ферментативной активности. Зависимость скорости ферментативной реакции от времени, концентрации субстрата, температуры и pH. Константа Михаэлиса и ее смысл.

10. Графические способы определения константы Михаэлиса. Метод Лайнуивера – Бэрка, Иди – Хофсти (Скэтчарда), Вульфа – Хайнса, Эйзенталя и Корниш-Бодена.

11. Активаторы и ингибиторы ферментов. Типы ингибирования. Природные соединения и вещества антропогенного происхождения как ингибиторы и активаторы ферментов.

12. Общие правила работы с ферментами. Способы выделения, очистки, стабилизации, контроля чистоты и хранения ферментативных препаратов. Основные методические приемы определения активности ферментов.- На основе информации полученной как на лекциях, так и на ПРАКТИКЕ.

13. Механизм ферментативного катализа. Причины высокой каталитической активности и избирательности действия ферментов. Теория Фишера, теория дыбы, теория Кошля(э)нда. Работа гексокиназы как пример индуцированного соответствия.

14. Механизмы протекания двухсубстратных реакций (пинг-понг, разновидности последовательного механизма). Свободнорадикальный механизм ферментативных реакций (о нем – только общее представление, пример фермента и катализируемой им реакции).

15. Ковалентный катализ на примере сериновой протеиназы.

16. Механизм кислотно-основного ферментативного катализа (на примере алкогольдегидрогеназы печени).

17. Лактатдегидрогеназа: шифр (с пояснением), строение, катализируемая реакция, механизм катализа, функционирование, роль изоферментов ЛДГ в регуляции метаболизма, смысл такой регуляции.

18. Иммуноферментный анализ, понятие, варианты, примеры проведения.

19. Ферменты как инструменты физико-химических исследований.

20. Сортировка и транспорт ферментов: цитоплазматический путь. Сигналы адресации и механизм транспорта ферментов в ядро.

21. Секреторный путь транспорта ферментов, прохождение отдельных компартментов. Примеры секретируемых ферментов и их функций.

22. Системы регуляции белкового синтеза как способ регуляции метаболизма через ферментативный аппарат. Возможные способы регуляции trp-оперона.

23. Значение энзимологических исследований для медицины. Энзимодиагностика.

Энзимопатология. Энзимотерапия. Глюкозооксидазный метод определения глюкозы в крови, другие примеры.

24. Надмолекулярная организация ферментов, примеры. Строение и особенности функционирования пируватдегидрогеназного комплекса, синтазы жирных кислот.

27. Пути регуляции метаболизма через ферментативный аппарат. Общая схема “медленной” и “быстрой” регуляции. Примеры каждого типа регуляции (кратко).

28. Системы регуляции белкового синтеза как способ регуляции метаболизма через ферментативный аппарат. Возможные способы регуляции lac-оперона.

29. Эволюция биологических катализаторов. Рибозимы. Ферменты. Абзимы.

30. Абзимы: понятие, строение, перспективы применения.

31. Множественные молекулярные формы ферментов (ММФФ), механизмы их образования и методы обнаружения. Примеры ферментов разных групп ММФФ. Спектры ММФФ как диагностический тест в клинической медицине.

32. Изоферменты, пути их образования. Изоферментная регуляция метаболизма.

33. Форактивация. Ретроингибирование. Примеры метаболических путей (как последовательность реакций) и регулируемых ферментов.
34. Контроль ферментативной активности через расщепление ферментов. Протеасомы. Ограниченный протеолиз, зимогенные формы ферментов. Протеолиз в апоптозе.
35. Пути регуляции метаболизма через ферментативный аппарат. Множественные способы регуляции одного фермента (на примере глутаминсинтетазы).
36. Каскадный механизм активации ферментов, ковалентная модификация в регуляции ферментативной активности, метазимы.
37. Аллостерические ферменты: гомо-, гетеро-, гомогетеротропные, моно- и поливалентные.
38. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата: возможные варианты.
39. Аллостерическая регуляция. Кооперативные эффекты. Модель и коэффициент Хилла (уметь вывести). Примеры других моделей кооперативных эффектов.
40. Аллостерическая регуляция. Способы и биологический смысл аллостерической регуляции ферментов (на примере гликолиза).
41. Кинетика Михаэлиса – Ментен и условия ее применимости. Примеры ферментативных процессов, не подчиняющихся кинетике Михаэлиса – Ментен.
42. Ингибирование и ингибиторы. Константа ингибирования. Определение типа ингибирования по методу Лайнуивера –Бэрка, по методу Иди – Хофсти. Ингибирование избытком субстрата, механизмы этого ингибирования.
43. Внутриклеточная сортировка и конечная локализация ферментов в клетке и вне ее. Биологический смысл внутриклеточного транспорта, сигналы и механизмы сортировки. Общая схема цитоплазматического и секреторного путей.
44. Механизмы адресации и внутриклеточный транспорт катепсинов (катепсина В – подробно).
45. Имобилизованные ферменты: преимущества и недостатки, способы иммобилизации, области применения.
46. Энзимология, ее содержание, задачи, основные достижения на современном этапе. Значение энзимологических исследований для промышленности и сельского хозяйства. Перспективы энзимологии в связи с развитием биотехнологии и физико-химической биологии.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 8 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

По всем темам самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ.

Кроме того, самостоятельная работа студентов включает подготовку к тесту и докладу с презентацией.

Методическое обеспечение при подготовке:

#### Требования по подготовке доклада с презентацией

Фермент (группу близкородственных ферментов), которому будет посвящен доклад, выбирает сам студент, тема должна быть утверждена преподавателем. Доклад должен иметь длительность 7-8 мин. Для фермента приводится шифр КФ (с пояснением), катализируемая реакция (с указанием механизма катализа), даются сведения о строении (состав холофермента, кофактор, др.), демонстрируется изображение молекулы. Кратко описывается алгоритм хотя бы одного метода определения активности фермента с использованием современного биохимического оборудования. Раскрывается роль фермента в организме, локализация (в клетке, органе), а также значение в биологических исследованиях. Возможна демонстрация связи изменений активности фермента с определенными морфофункциональными, физиологическими состояниями и патологическими процессами в организме. Приветствуется наличие в докладе сведений об особенностях кодирования фермента, его синтеза, регуляции активности, ингибировании.

Пользуясь информацией докладов, слушатели во время доклада должны заполнить таблицу “Представители ферментов разных классов”: Ее графы:

Название фермента	Шифр(КФ)	Катализируемая реакция	Кофакторы, эффе́кторы,	особенности строения.	Особенности выделения и определения активности	Значение в энзимодиагностике и энзимотерапии.
-------------------	----------	------------------------	------------------------	-----------------------	--	---

Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование открытой международной базы данных RCSB Protein Data Bank (RCSB PDB) [www.rcsb.org](http://www.rcsb.org) и связанных с ней баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 2х) из научных журналов (индивидуально рекомендуются преподавателем). В бумажном виде оформляется краткое содержание доклада (не более 3 листов, шрифт Times New Roman, 12 пт, межстрочный интервал 1,5).

Дополнительно оформляется титульный лист в свободном стиле, с указанием названия фермента, ФИО и номера студенческой группы автора, а также лист со списком использованных источников информации. Бумажный вариант сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация должна иметь 5 – 6 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

#### Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать словесное описание и/или изображение (фото, рис.) полученных результатов. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Отчет должен включать раздел "Обсуждение результатов", в котором результаты сравниваются с данными литературы, при необходимости анализируются проблемы в получении данных и пути их преодоления. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не

допускаются.

Вопросы для подготовки к тесту

Строение ферментов. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Функции белковой и небелковой частей. Кофакторы (коферменты и простетические группы), их классификация: нуклеотидного типа строения (НАД(Ф), ФМН, ФАД, КоА, НТФ, НДФС); производные витаминов (ТПФ, ПЛФ, ПМФ, дезоксиаденозилкобаламин, метилкобаламин, биотин, ТГФК), алифатического ряда (глутатион, липоевая кислота). Пирролохинолинхинон (РQQ) как кофактор. Основные типы реакций и примеры ферментов с кофакторами разных групп. Строение и функционирование пируватдегидрогеназного комплекса. Металлоферменты. Строение и типы организации железосерных центров; металлофлавопротеины. Методы выделения и очистки ферментов, их основные стадии. Лабораторное оборудование и материалы, необходимые для выделения и очистки ферментов.

Литература для подготовки к тесту, докладу с презентацией, выполнению лабораторных работ и написанию отчета, а также промежуточной аттестации

Стручкова И.В., Березина Е.В. Энзимология. Лабораторные работы. Учебно-методическое пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2019. 44 с.

Корягин А.С., Александрова И.Ф., Гончарова Т.А. Избранные главы энзимологии. Учебное пособие. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2003.

Стручкова И.В., Кальясова Е.А. Теоретические и практические основы проведения электрофореза белков в полиакриламидном геле: Электронное учебно-методическое пособие. Н.Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 60 с. Режим доступа:

[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Struchkova\\_Kalyasova.doc](http://www.unn.ru/books/met_files/Struchkova_Kalyasova.doc).

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

Темой доклада является фермент (группа близкородственных ферментов), тема доклада утверждена преподавателем. Доклад имеет длительность 7-8 мин. Для фермента приведен шифр КФ (с пояснением), катализируемая реакция (с указанием механизма катализа), даны сведения о строении (состав холофермента, кофактор, др.), изображение молекулы. Имеется краткий алгоритм хотя бы одного метода определения активности фермента с использованием современного биохимического оборудования. Описана роль фермента в организме, локализация (в клетке, органе), а также значение в биологических исследованиях.

В докладе имеется информация для заполнения следующих граф таблицы “Представители ферментов разных классов”:

Название фермента	Шифр(КФ)	Катализируемая реакция	Кофакторы, эффекторы, особенности строения.	Особенности выделения и определения активности	Значение в энзимодиагностике и энзимотерапии.
-------------------	----------	------------------------	---	--	---

В докладе имеется информация из открытой международной базы данных по ферментам RCSB Protein Data Bank (RCSB PDB) [www.rcsb.org](http://www.rcsb.org), и не менее 2х статей из научных журналов, индивидуально рекомендованных преподавателем. В бумажном виде оформлено краткое содержание доклада (не более 3 листов без учета титульного листа, шрифт Times New Roman, 12 пт, межстрочный интервал 1,5). На титульном листе указано название фермента, ФИО и номер студенческой группы автора, имеется лист со списком использованных источников информации. Бумажный вариант сдан преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация имеет 5 – 6 слайдов, отражает и дополняет текст выступления.

1 балл для портфолио

### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад выполнен согласно требованиям, изложенным в п. Методические материалы. Краткое содержание доклада в бумажном виде с учетом замечаний преподавателя, сделанных после заслушивания доклада, сдано не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Дополнительные баллы (максимально 2) добавляются за раскрытие в докладе особенностей кодирования фермента (1 балл), регуляции активности фермента (1 балл). Максимально возможная сумма 3 балла для портфолио
не зачтено	Доклад не соответствует требованиям, изложенным в п. Методические материалы и /или не сдан в срок не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. 0 баллов для портфолио

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Отчет оформлен на основе проделанной студентом лабораторной работы. В отчете приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” включает первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Отчет проиллюстрирован схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержит словесное описание и/или изображение (фото, рис.) полученных результатов. Отчет по работе, включающей количественный анализ, содержит расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Отчет имеет раздел “Обсуждение результатов”, в котором результаты сравниваются с данными литературы, при необходимости анализируются проблемы в получении данных и пути их преодоления. Отчет содержит вывод по проделанной работе - развернутый, полностью соответствующий заявленной цели и полученным результатам.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет выполнен по собственным результатам студента согласно требованиям, изложенным в п. Методические материалы и сдан преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до



Оценка	Критерии оценивания
	окончания семестра. 1 балл для портфолио
не зачтено	Отчет выполнен по чужим результатам и/или не выполнен согласно требованиям, изложенным в п. Методические материалы и сдан преподавателю позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра или не сдан. 0 баллов для портфолио

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

#### ВАРИАНТ I

Часть I. В заданиях из предложенных ответов выберите один правильный.

1. Порядок выделения сахаразы не включает в себя стадию:

- а) обессоливания,
- б) гомогенизации,
- в) концентрирования,
- г) автоклавирования.

2. Факторы, влияющие на значение оптической плотности раствора глюкоамилазы:

- а) мощность источника для видимого участка спектра (вольфрамовая лампа) и концентрация раствора,
- б) концентрация раствора и длина оптического пути,
- в) длина оптического пути и электропроводность раствора,
- г) электропроводность раствора и мощность источника для видимого участка спектра (вольфрамовая лампа).

3. Для гомогенизации материала используют:

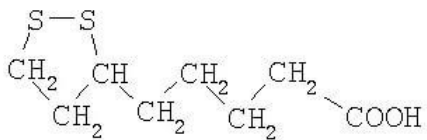
- а) вискозиметр,
- б) диализный сосуд,
- в) ступку с пестиком,
- г) центрифужный фильтр.

4. На рисунке изображен прибор:



- а) денситометр,
- б) спектрофлуориметр,
- в) спектрофотометр,
- г) фотоэлектроколориметр.

5. На рисунке приведена формула:



- а) кофермента А,
- б) цистина,
- в) липоевой кислоты,
- г) S-аденозилметионина.

6. К однокомпонентным ферментам относится:

- а) аланинаминотрансфераза,
- б) альдегиддегидрогеназа,
- в) альфа-кетоглутаратдегидрогеназа,
- г) амилаза.

7. Кофактором дегидрогеназ является:

- а) ацетил-КоА,
- б) глутатион,
- в) кислород,
- г) УДФ-глюкоза.

Часть II. 1. Напишите формулы следующих веществ:

а) АТФ,

б) витамин Н.

2. Напишите переход ФАД в восстановленную форму.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно выполнено 60 и более % заданий. 1 балл для портфолио
не зачтено	Правильно выполнено менее 60% заданий 0 баллов для портфолио

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами	недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

Суммарное количество баллов для портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на контрольные вопросы.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет 28 баллов
отлично	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет 26-27 баллов
очень хорошо	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет 23-25 баллов
хорошо	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет 20-22 балла
удовлетворительно	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет 17-19 баллов, при этом 7 баллов получены за отчеты по лабораторным работам.
неудовлетворительно	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет менее 17 баллов
плохо	Суммарное количество баллов портфолио, набранное за тест, 7 отчетов по лабораторным работам, доклад-презентацию и ответ на экзаменационные контрольные вопросы, составляет менее баллов

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Общие правила работы с ферментами. Способы выделения, очистки, стабилизации, контроля чистоты и хранения ферментативных препаратов. Основные методические приемы определения активности ферментов.
2. Значение энзимологических исследований для медицины. Энзимодиагностика. Энзимопатология. Энзимотерапия. Глюкозооксидазный метод определения глюкозы, другие примеры.
3. Предложите план определения активности  $\alpha$ -амилазы ротовой полости человека на основе освоенной на практикуме методики.
4. . Проведите центрифугирование экстракта, содержащего ферменты, на центрифуге с угловым ротором. Режим центрифугирования: 6000 об/мин, 20 мин, 4°C.

5. Определите оптическую плотность раствора, содержащего гексокиназу, глюкозу и индикатор крезоловый красный, основная форма которого поглощает свет в желтой области спектра.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Безупречное знание понятий, концепций, умение сопоставлять и анализировать материал, опираясь на информацию основной и дополнительной литературы, Знает и способен без помощи преподавателя последовательно и логично изложить сведения по основным вопросам энзимологии в письменной и устной формах, приводить примеры. 16 баллов для портфолио
отлично	Безупречное знание понятий, концепций, умение сопоставлять и анализировать материал, опираясь на информацию основной литературы, но в ответе допущены неточности, сразу полностью исправленные после замечания преподавателя. Знает и способен последовательно и логично изложить сведения по основным вопросам энзимологии в письменной и устной формах, приводить примеры. 14-15 баллов для портфолио
очень хорошо	Недочеты и/или незначительные ошибки, не полностью устраняемые после замечаний преподавателя. Знает и способен изложить сведения по основным вопросам энзимологии в письменной и устной формах, опираясь на информацию основной литературы, но для последовательного и логичного изложения требуется помощь преподавателя, Способен приводить примеры. 12-13 баллов для портфолио
хорошо	Знания по основным вопросам энзимологии в неполном объеме, допущены неточности и ошибки и не более 1 грубой фактической или логической ошибки, которую не способен самостоятельно исправить. опираясь на информацию основной литературы, но для последовательного и логичного изложения требуется помощь преподавателя, Способен приводить примеры после наводящих вопросов преподавателя.. 10-11 баллов для портфолио
удовлетворительно	Знания по основным вопросам энзимологии в объеме 50%, грубые ошибки (не более 3). Некоторые ошибки не способен исправить даже после наводящих вопросов преподавателя. Ответ фрагментарный, при ответе требуется значительная помощь преподавателя. Не всегда способен приводить примеры. 8-9 баллов для портфолио
неудовлетворительно	Знание только самых основ энзимологии, более 3 грубых ошибок, нелогичное и фрагментарное изложение даже при помощи преподавателя. 5-7 баллов для портфолио
плохо	Грубые ошибки в понимании теоретического материала. Не способен последовательно и логично изложить сведения по основным вопросам энзимологии в письменной и устной формах ИЛИ отказывается отвечать. 0-4

Оценка	Критерии оценивания
	балла для портфолио

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ : учебник / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 749 с. - ISBN 978-5-00101-864-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735485&idb=0>.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 691 с. - ISBN 978-5-00101-865-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735476&idb=0>.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 3. Пути передачи информации : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 451 с. - ISBN 978-5-00101-866-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735492&idb=0>.
4. Стручкова И. В. Регуляция биосинтеза белка : учебно-методическое пособие / Стручкова И. В., Брилкина А. А., Веселов А. П. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 100 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Медицина., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730249&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Овчинникова С. И. Практикум по энзимологии / Овчинникова С. И., Михнюк О. В., Шкуратова Е. Б. - Мурманск : МГТУ, 2016. - 104 с. - Допущено Ученым советом университета в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению 06.03.01 и 06.04.01 "Биология". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции МГТУ - Биология. - ISBN 978-5-86185-881-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=726763&idb=0>.
2. Воронова Т. Д. Ферменты: строение, свойства и применение : учебное пособие / Воронова Т. Д., Погорелова Н. А. - Омск : Омский ГАУ, 2021. - 134 с. - Книга из коллекции Омский ГАУ - Технологии пищевых производств. - ISBN 978-5-89764-778-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798440&idb=0>.
3. Ярован Н. И. Учебное пособие для самостоятельной работы по энзимологии / Ярован Н. И., Прудникова Е. Г. - Орел : ОрелГАУ, 2016. - 83 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ОрелГАУ - Биология., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=717190&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

База данных свободного доступа RCSB Protein Data Bank (RCSB PDB) [www.rcsb.org](http://www.rcsb.org)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: лаборатории, укомплектованные вытяжным шкафом, водяной баней, электрическими плитками, фотоэлектроколориметром, центрифугой, спектрофотометром, весами, иономером, холодильником, набором оборудования для проведения электрофореза (заливочный столик, электрофоретическая камера, источник эл. питания), необходимым комплектом химической посуды, дозаторов, реактивов и диагностических наборов

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Стручкова Ирина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент  
Березина Екатерина Васильевна, кандидат биологических наук.

Рецензент(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.