

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.07.2026 12:58:10
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a48cb9a8788b8322323



МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Инженерная энзимология" специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине
(модулю)

Инженерная энзимология

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Присваиваемая квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

очная

Год набора 2026

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенции
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

Специализация: Биоинженерия и биоинформатика.

Дисциплина: Инженерная энзимология.

Семестр изучения: 6.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержания компетенций согласно ФГОС	Коды и содержания индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	ПК-1: Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов в области биоинженерии и биоинформатики;	ПК-1.2 Анализирует нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ в области биоинженерии биоинформатики ПК-1.3 Планирует организацию и проведение научных	Для достижения ПК-1.2 знать: правила организации самостоятельной работы по дисциплине Для достижения ПК-1.3 знать: методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях Для достижения ПК-1.3 уметь: правильно использовать методы экспериментальног



		исследований по актуальным биомедицинским проблемам	о исследования; качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной, представлять результаты собственной деятельности в различных формах Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками проведения лабораторного эксперимента и анализа его данных
--	--	-----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства для промежуточной аттестации
ПК-1 Для достижения ПК-1.2 знать: правила	1. Структура ферментов. Классификация и	Контрольная работа, тесты	№1-40 вопросов к зачету



<p>организации самостоятельной работы по дисциплине</p> <p>Для достижения ПК-1.3 знать: методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях</p> <p>Для достижения ПК-1.3 уметь: правильно использовать методы экспериментального исследования; качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной, представлять результаты собственной деятельности в различных формах</p> <p>Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками проведения лабораторного эксперимента и анализа его данных</p>	<p>номенклатура ферментов.</p> <p>Коферменты</p> <p>2. Механизм действия ферментов.</p> <p>Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов</p> <p>3. Специфичность действия ферментов. Полиферментные системы.</p> <p>Изоферменты. Применение ферментов</p> <p>4. Конструктивный и энергетический метаболизм микроорганизмов</p> <p>в</p> <p>Регуляция метаболизма микроорганизмов</p>		
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--



Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

3.2 Содержание оценочных средств для промежуточной аттестации

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине «Инженерная энзимология» представлены перечнем вопросов для зачета.

Вопросы к зачету

1. Основные открытия, сделанные в области энзимологии. Общие представления о структуре ферментов. Сходство и отличие ферментов и минеральных катализаторов.

План ответа: зарождение энзимологии, этапы развития её как науки; вклад отечественных исследователей; современный этап развития энзимологии, инженерная энзимология; ферменты как биологические катализаторы

2. Классификация и номенклатура ферментов. Характеристика 1, 2, 3 классов ферментов.

План ответа: рабочие и систематические названия; основные принципы Комитета по номенклатуре Международного объединения Биохимии и Молекулярной Биологии; особенности механизмов катализируемых реакций, лежащие в основе деления на классы и подклассы; отличительная характеристика оксидоредуктаз, трансфераз и гидролаз

3. Классификация и номенклатура ферментов. Характеристика 4, 5, 6 классов ферментов.

План ответа: рабочие и систематические названия; основные принципы Комитета по номенклатуре Международного объединения Биохимии и Молекулярной Биологии; особенности механизмов катализируемых реакций, лежащие в основе деления на классы и подклассы; отличительная характеристика лиаз, изомераз и лигаз



4. Классификация коферментов по химическому строению. Коферменты алифатического и ароматического ряда.

План ответа: определение понятий кофермент, кофактор, простетическая группа; строение и биологическая роль глутатиона и липоевой кислоты; строение и биологическая роль убихинонов

5. Классификация коферментов по химическому строению. Коферменты, являющиеся гетероциклическими соединениями, нуклеозидами и нуклеотидами.

План ответа: определение понятий кофермент, кофактор, простетическая группа; строение и биологическая роль пиридоксальфосфата, тетрагидрофолиевой кислоты, коэнзима А, флавиномононуклеотида, флавинадениндинуклеотида, никотинамидадениндинуклеотида

6. Классификация коферментов по природе и каталитическим свойствам.

План ответа: определение понятий кофермент, кофактор, простетическая группа; витаминные, витаминоподобные и невитаминные коферменты; коферменты – переносчики протонов и электронов; коферменты – переносчики отдельных химических групп

7. Роль ионов металлов как кофакторов ферментов.

План ответа: определение понятий кофермент, кофактор, простетическая группа; биологическая роль ионов меди, железа, магния, марганца, молибдена, никеля, цинка как кофакторов

8. Структура активного центра фермента.

План ответа: определение понятия активный центр; строение активного центра простых и сложных ферментов; якорный и каталитический участки активного центра

9. Механизм действия ферментов на примере ацетилхолинэстеразы.

План ответа: строение активного центра ацетилхолинэстеразы; механизм образования фермент-субстратного комплекса и разрыва сложноэфирной связи в молекуле ацетилхолина

10. Механизмы взаимодействия фермента и субстрата. Определение активности ферментов.

План ответа: модели взаимодействия по Фишеру, по Кошланду; стадии активации, узнавания, образования комплекса; химический,



спектрофотометрический, манометрический, поляриметрический и хроматографический методы определения активности ферментов

11. Кинетика ферментативных реакций: зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и субстрата, уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса, ее значение и определение.

План ответа: понятие о кинетике ферментативных реакций; формула и график уравнения Михаэлиса-Ментен; физико-химический смысл коэффициентов в уравнении Михаэлиса-Ментен

12. Кинетика ферментативных реакций: зависимость скорости ферментативной реакции от температуры и pH.

План ответа: понятие о кинетике ферментативных реакций; эмпирическое правило увеличения скорости реакции при росте температуры и пределы этого правила; понятие об оптимальном значении pH, причины данного явления

13. Регуляция активности ферментов: виды ингибирования.

План ответа: понятие о ингибиторах; ингибиторы, связывающиеся с апоферментом; ингибиторы, образующие комплекс с субстратом; ингибиторы, связывающие комплемент; ингибиторы, связывающие активатор

14. Регуляция активности ферментов: аллостерические ферменты.

План ответа: определение понятия аллостерические ферменты, примеры; механизм аллостерического ингибирования, отличие от неконкурентного ингибирования

15. Регуляция активности ферментов: активация ферментов путем ковалентной модификации и белок-белковых взаимодействий.

План ответа: роль киназ и фосфатаз в активации ферментов, примеры ферментов, активируемых за счёт присоединения фосфатной группы; активация в результате присоединения регуляторных белков, примеры; активация в результате ассоциации/диссоциации протомеров, примеры

16. Специфичность действия ферментов.

План ответа: понятие о специфичности; субстратная и каталитическая специфичности; абсолютная и относительная специфичности; примеры специфичности каждого вида

17. Полиферментные системы.



План ответа: понятие о мультимолекулярном ферментном комплексе, его биологическая роль; строение мультиферментного комплекса, примеры таких систем

18. Изоферменты. Распределение ферментов в клетке и в организме. Энзимопатии.

План ответа: понятие об изоферментах; причины существования

изоферментов, примеры; диагностика заболеваний с помощью секреторных, экскреторных и индикаторных изоферментов

19. Имобилизованные ферменты и клетки.

План ответа: методы иммобилизации ферментов и клеток; преимущества и недостатки применения иммобилизации; области применения иммобилизованных ферментов и клеток

20. Применение ферментов в медицине и клинической диагностике. Примеры.

План ответа: понятие об энзимопатологии, примеры энзимопатологий; понятие об энзимодиагностике, примеры методов энзимодиагностики; понятие об энзимотерапии, примеры методов энзимотерапии

21. Применение ферментов в фармации и производственных процессах.

План ответа: использование ферментов для контроля качества фармакологических производств; использование ферментов при производстве лекарственных препаратов; использование ферментов в пищевой, текстильной промышленности

22. Методы получения гомогенных препаратов ферментов.

План ответа: особенности применения электрофоретического очищения ферментов в геле; преимущества и недостатки использования метода высаливания белков; метод хроматографического разделения для получения гомогенных препаратов ферментов

23. Уровни регуляции обмена веществ у микроорганизмов.

План ответа: механизмы регуляции на уровне активности ферментов, примеры; регуляция метаболизма на уровне экспрессии генов ферментов, примеры

24. Общая характеристика конструктивного метаболизма прокариот.



План ответа: понятие о метаболизме; основные синтетические процессы у прокариот; фотосинтез и хемосинтез; понятие о прототрофах и ауксотрофах

25. Общая характеристика энергетического метаболизма прокариот.

План ответа: понятие о метаболизме; основные энергодающие процессы у прокариот; дыхание и брожение; макроэргические соединения и трансмембранные электрохимические потенциалы

26. Регуляция активности ферментов: ингибирование по типу обратной связи.

План ответа: понятие о ретроингибировании; механизм подавления реакции конечным продуктом; примеры ферментативных реакций, регулируемых по типу ретроингибирования

27. Регуляция активности ферментов: аллостерические ферменты.

План ответа: механизм влияния аллостерического центра на активность фермента; примеры аллостерической активации, их значение; примеры аллостерического ингибирования, из

биологическая роль

28. Регуляция активности ферментов: аллостерическая регуляция центральных метаболических путей.

План ответа: механизм влияния аллостерического центра на активность фермента; роль аллостерической регуляции для поддержания устойчивости в центральных метаболических путей

29. Регуляция активности ферментов путем их ковалентной модификации. План ответа: киназно-фосфатазная система регуляции; примеры фосфорилирования в основных метаболических путях и циклах

30. Регуляция синтеза ферментов путем индукции: координированная и последовательная индукция.

План ответа: понятие об индукторах; различия в механизмах координированной и последовательной индукции, примеры

31. Регуляция синтеза ферментов путем индукции (позитивной и негативной).

План ответа: понятие об индукторах, активаторах, репрессорах; различия в механизмах позитивной и негативной индукции, примеры



32. Регуляция синтеза ферментов путем репрессии конечным продуктом (позитивная и негативная репрессия).

План ответа: механизм репрессии конечным продуктом; биологическое значение, примеры регуляции

33. Регуляция синтеза ферментов путем катаболитной репрессии.

План ответа: молекулярный механизм катаболитной репрессии; примеры регуляции, биологическое значение

34. Регуляция синтеза ферментов на уровне трансляции.

План ответа: особенности регуляции на этапах инициации, элонгации, посттрансляционная регуляция

35. Трансмембранный перенос веществ: диффузия, активный транспорт. План ответа: принципиальное различие между диффузией и активным транспортом, примеры транспортируемых веществ

36. Трансмембранный перенос перенос радикалов.

План ответа: механизм переноса радикалов, особенности, примеры

37. Влияние растворенных веществ на метаболизм. Осмотолерантность. Потребность в ионах натрия.

План ответа: механизмы поддержания водно-солевого баланса; механизмы регуляции осмотического давления; роль ионов натрия в биохимических процессах

38. Экзоферменты.

План ответа: определение понятия экзоферменты; примеры экзоферментов и их значение для микроорганизмов

39. Регуляция межклеточных взаимодействий. Программируемая клеточная смерть у бактерий.

План ответа: разнообразие сигнальных молекул в межклеточной

коммуникации у бактерий; особенности апоптоза у бактерий, отличия и сходство с апоптозом эукариот

40. Микроорганизмы-мутанты с нарушенной регуляцией метаболизма.

План ответа: методы получения мутантов; применение мутантов с нарушенной регуляцией метаболизма, примеры



4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Порядок проведения промежуточной аттестации

Критерием успешности освоения учебного материала по окончании учебного семестра (**промежуточная аттестация**) является оценка преподавателем устного ответа при проведении зачета.

4.2 Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Критерии оценивания теоретического вопроса

Результат	Требования к знаниям
Зачтено	Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий.
Не зачтено	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке



	<p>положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции. Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.</p> <p>Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.



Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат	Требования к знаниям
Зачтено	Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий.
Не зачтено	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции. Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Инженерная энзимология" специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Стр. 15

выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Инженерная
энзимология" специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации
Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Стр. 16

**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика специализация
Биоинженерия и биоинформатика, фонд оценочных средств для
промежуточной аттестации по дисциплине «Инженерная энзимология»,
год набора 2026, очная форма обучения**

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета
биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 9 от 27.02.2026

Заведующий кафедрой согласовано А.Л.Бурмистрова

Автор (составитель) Ю.М. Зырянова

***Структура фонда оценочных средств соответствует приказу ректора
ФГБОУ ВО от 27.09.2022 № 573-1 «Об утверждении положения ФОС по
ОП ВО в ФГБОУ ВО ЧелГУ»***