

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«ИНЖЕНЕРНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ»

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Промышленная биотехнология

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Сипкина Евгения
Иннокентьевна
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 15.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Инженерная энзимология» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.1	Владеет принципами создания и получения высокоэффективных ферментов для промышленного использования	Знать Знать фундаментальные разделы биокатализа в объеме, необходимом для понимания основных закономерностей биотехнологических, биохимических процессов с целью управления процессами Уметь Уметь определять активность ферментов при оценке и контроле сырья, процессов ферментации, выделения и очистки целевых продуктов Владеть Владеть навыками определения активности биокатализаторов различными методами; принципами управления ферментативными системами.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Инженерная энзимология» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Выделение и очистка целевых продуктов», «Промышленная биотехнология», «Фармацевтическая биотехнология», «Химия биотехнологического сырья и целевых продуктов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Биохимия и молекулярная биология», «Основы биотехнологии»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48

лекции	16	16
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация и современные представления о строении биокатализаторов	1	6	1, 2, 3	10			3, 4	30	Тест
2	Регуляция активности и им- мобилизация биокатализаторов и методы работы с ними.	2	5	4, 10	6					Тест
3	Ферментные препараты. Применение биокатализаторов	3	5	5, 6, 7, 8, 9	16			1, 2	30	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация и современные представления о строении биокатализаторов	Номенклатура - рабочая и систематическая. Классификация биокатализаторов. Принципы систематики. Современные представления о строении биокатализаторов. Структурная организация. Пространственные структуры, стабилизирующие связи. Строение активного центра. Аллостерический

		центр. Коферменты и простетические группы. Физико-химические свойства и особенности механизма действия биокатализаторов. Биокатализ. Кинетика реакций. Ингибиторы и активаторы. Методы определения активности катализаторов. Единицы выражения активности. Определение и анализ ферментов сырья и полуфабрикатов, их влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства. Использование в практической деятельности знания о биокатализаторах для регуляции биохимических, биотехнологических и микробиологических, процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.
2	Регуляция активности и им- мобилизация биокатализаторов и методы работы с ними.	Регуляция активности и иммобилизация биокатализаторов и методы работы с ними. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Им- мобилизация. Носители. Способы иммобилизации. Использование в практической деятельности знания о иммобилизованных биокатализаторах для регуляции биохимических, биотехнологических и микробиологических, процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.
3	Ферментные препараты. Применение биокатализаторов	Ферментные препараты: классификация, производство и применение в пищевой промышленности. Продуценты. Технология глубинного и поверхностного способа культивирования. Способы выделения, очистки, концентрирования и стабилизации биокатализаторов. Ферментные препараты растительного, животного и

		микробиологического происхождения. Роль ферментативных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Роль энзимов в биотехнологических процессах.
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Получение сахаразы из дрожжей и изучение ее специфичности	4
2	Качественные реакции на присутствие ферментов	4
3	Определение активности каталазы солода по Баху и Опарину	2
4	Влияние активаторов и ингибиторов на активность ферментов	4
5	Определение амилалитической активности ферментного препарата амила субтилина	2
6	Определение глюкоамилазной активности ферментного препарата глюкаваморина	2
7	Определение активности липазы титриметрическим способом	4
8	Определение активности цитологических ферментов солода	4
9	Определение активности протеолитических ферментов	4
10	Кинетика ферментативных реакций. Влияние условий и регуляторов.	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
2	Подготовка к зачёту	15
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: вебинар

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Прикладная энзимология [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 46. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5705.pdf>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:
Оформление отчетов по лабораторным работам
Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.
Задание: Подготовить отчет по практической работе.
Требования к отчетным материалам:
Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения работы, результатов проведенного исследования по теме.
Подготовка к сдаче и защите отчетов
Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.
Задание: Подготовиться к защите подготовленных отчетов.
Защита отчетных материалов
При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования.
Подготовка к зачету
Цель работы: Подготовиться к сдаче зачета. Зачет проводится в форме устного опроса с использованием уравнений и структурных формул, изображенных студентом на листе при подготовке к промежуточной аттестации.
Основные рекомендации по выполнению заданий: Подготовка к зачету выполняется студентами самостоятельно, используя материал лекционного курса, практических работ и дополнительный материал.

Прикладная энзимология [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы студентов / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. 48 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса и расписанием зачетно-экзаменационных сессий. Предварительно составляется график консультаций, во время которой преподаватель ознакомит с основными вопросами

промежуточной аттестации и даст разъяснения при возникновении вопросов со стороны

студентов. Промежуточная аттестация начинается в указанное в расписании время и проводится в отведенной для этого аудитории. Предварительно преподаватель на консультации ознакомил студентов с основными вопросами промежуточной консультации.

Крите-

рии оценки ответа студента на зачете, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов.

Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества усвоения студентами всего объема содержания дисциплины и определения фактически достигнутых знаний, навыков и умений, а также компетенций, сформированных за время аудиторных заня-

тий и самостоятельной работы студента. Преподаватель принимает экзамен только при

наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки. Результат объ-

является студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. В случае неявки студента для сдачи в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Критерии оценивания.

Зачтено:

Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрирует знания и роли биокатализаторов в технологии. Умеет определять и анализировать активность основных ферментативных процессов. Способен использовать специализированные знания в области биокатализа в профессиональной деятельности. Демонстрирует знание классов ферментов и роли биокатализаторов в технологии производства продуктов из растительного сырья. Умеет охарактеризовать основные биокаталитические процессы, происходящие при производстве продуктов питания.

Не зачтено :

Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и ями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы)
---	----------------------------	--------------------------

		оценивания промежуточной аттестации
ДК-1.1	Владеет принципами создания и получения высокоэффективных ферментов для промышленного использования	Устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине:

1. Ферменты как биологические катализаторы.
2. Классификация и номенклатура ферментов.
3. Физико-химические свойства ферментов.
4. Строение и топография активного центра ферментов.
5. Выделение, очистка и концентрирование ферментов.
6. Способы определения активности ферментов.
7. Единицы активности ферментов.
8. Специфичность действия ферментов.
9. Коферменты.
10. Способы стабилизации и хранения ферментов.
11. Классификация и номенклатура ферментных препаратов.
12. Влияние концентрации субстрата и фермента на скорость ферментативной реакции.
13. Зависимость скорости ферментативных реакций температуры и pH среды.
14. Уравнение Михаэлиса-Ментен, Лаинувера-Берка.
15. Графические расчеты каталитических констант.
16. Механизмы действия ферментов различных классов.
17. Регуляция активности ферментов.
18. Иммобилизация ферментов. Носители и методы иммобилизации.
19. Влияние способов иммобилизации на физико-химические свойства ферментов.
20. Применение иммобилизованных ферментов в пищевой промышленности.
21. Ферментные препараты. классификация, получение и применение.
22. Ферментные препараты. Классификация, получение и применение.
23. Ферменты растительного сырья.
24. Ферменты животного сырья.
25. Ферменты микроорганизмов.
26. Ферментативные процессы и применение ферментов при получении пищевых продуктов.
27. Ферментативные процессы и применение ферментов при получении лекарственных средств.
28. Ферментативные процессы и применение ферментов при очистке воды, воздуха, почвы.
29. Ферментативные процессы и применение ферментов в биоэнергетике.
30. Ферментативные процессы и применение ферментов в сельском хозяйстве.
31. Ферментативные процессы и применение ферментов в биоготехнологии.

32. Ферментативные процессы и применение ферментов в химической промышленности.
33. Аспекты применения ферментов, связанные с их безопасностью.
34. Ферментативные процессы при хранении муки.
35. Ферментативный лизис дрожжей и мицелиальных грибов.
36. Ферментативный гидролиз запасных и структурных полисахаридов.
37. Ферментативный гидролиз белков растительного и животного сырья.
38. Ферментативный гидролиз липидов.
39. Микроорганизмы как продуцента ферментов.
40. Ферментные препараты из различных видов сырья.
41. Ферментативные процессы при переработке отходов.
42. Принципы управления ферментативными процессами в биотехнологических производствах.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрирует знания и роли биокатализаторов в технологии. Умеет определять и анализировать актив- Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Основных ферментативных процессов. Способен использовать специализированные знания в области биокатализа в профессиональной деятельности. Демонстрирует знание классов ферментов и роли биокатализаторов в технологии производства продуктов из растительного сырья. Умеет охарактеризовать основные биокаталитические процессы, происходящие при производстве продуктов питания.	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

7 Основная учебная литература

1. Биссвангер Х. Практическая энзимология : учебное пособие / Х. Биссвангер, 2011. - 328.
2. Верхотуров В. В. Прикладная энзимология : лабораторный практикум по направлению "Производство продуктов питания из растительного сырья" / В. В. Верхотуров, 2007. - 46.
3. Фаллер Д. М. Молекулярная биология клетки : руководство для врачей / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс, 2012. - 256.
4. Комов В. П. Биохимия : учеб. для вузов по направлению 655500 "Биотехнология" / В. П. Комов, В. Н. Шведова, 2004. - 638.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кислухина Ольга Владимировна. Ферменты в производстве пищи и кормов / О. В. Кислухина, 2002. - 335.
2. Верхотуров. Сборник вопросов и задач по биологической химии : учебное пособие : [в 2-х ч.]. Ч. 1 : Белки. Ферменты. Нуклеиновые кислоты, 2002. - 48.
3. Березин И. В. Ферменты - химические катализаторы? / И. В. Березин, А. А. Клесов, 1971. - 48.
4. Введение в прикладную энзимологию. Имобилизованные ферменты : учебное пособие для химических и биологических специальностей университетов / под ред. И. В. Березина, К. Мартинека, 1982. - 384.
5. Лихтенштейн Г. И. Многоядерные окислительно-восстановительные металлоферменты / Г. И. Лихтенштейн, 1979. - 324.
6. Промышленный биокатализ [Электронный ресурс] : методические указания / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 49.
7. Румянцева Г. Н. Биокатализ: концепция и практическое использование : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов по специальностям "Биотехнология" и "Пищевая биотехнология" / Г. Н. Румянцева, Н. И. Дунченко, 2010. - 117.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.)

2. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Сушильный шкаф "СП-1"

2. Универсальная испытательная машина AGS-10KNX

3. Весы аналитические ATL-220d4-1

4. Спектрофотометр ПЭ-5400В

5. магнитная мешалка

6. Охлаждающий/нагревающий термостат циркулятор E12-ЕН