

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Инженерная энзимология
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология
(код и наименование направления)

Направленность: Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

«Инженерная энзимология» является специальной дисциплиной, обеспечивающей подготовку магистров к промышленному применению ферментов и ферментативных препаратов в природоохранных и других технологиях с целью повышения их ресурсо- и энергосберегающих возможностей и сокращения или полного исключения образования отходов, что соответствует принципам экономики замкнутого цикла.

Предметом курса являются теоретические основы инженерной энзимологии, позволяющие на современном уровне конструировать ферменты и ферментные препараты, эффективно работающие в промышленных условиях, и пути достижения задач ресурсо- и энергосбережения и безотходности в ряде технологий за счет включения в них ферментативных процессов.

Целью преподавания дисциплины "Инженерная энзимология" является формирование компетенций, направленных на повышение ресурсо- и энергосберегающей способности технологий за счет включения в них ферментативных процессов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектом изучения дисциплины являются ферменты, ферментные препараты и биокатализаторы на их основе, промышленные ферментативные процессы, их аппаратно-технологическое оснащение, любые технологии, включение в которые ферментативных процессов приводит к ресурсо- и/или энергосбережению.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1 ПК-1.1	Знать возможности использования ферментативных технологий и рециклов, свойственных природоподобным технологиям, а также целесообразность перехода к биоразлагаемым материалам для перевода природоохранных процессов на ресурсо- и энергосберегающие принципы.	Знает и понимает необходимость перевода современных технологий на ресурсе- и энергосберегающие принципы, и получившие развитие в связи с решением этой проблемы природоподобные (конвергентные) технологии; пути повышения биодоступности ксенобиотиков и перехода к биоразлагаемым материалам	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2 ПК-1.1	Уметь применять новые подходы на основе конвергенции нано-, био-, ин-формационных и когнитивных технологий (НБИК-технологий) для решения комплексных технологических задач с участием ферментов.	Умеет использовать новые возможности конвергентных нано-, био-, информационных, когнитивных технологий (НБИК технологий) для повышения эффективности природоохранных технологий	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-3 ПК-1.1	Владеть навыками использования новых подходов при разработке ресурсо- и энергосберегающих природоохранных технологий с использованием ферментов.	Владеет навыками использования принципов природоподобных технологий при разработке производственных биотехнологий в перерабатывающих организациях	Творческое задание
ПК-2.2	ИД-1 ПК-2.2	Знать особенности технологических процессов в перерабатывающей отрасли, для которых возможно применение модифицированных технологий с использованием ферментов, знать варианты применения ферментов в химической отрасли, энергетике, переработке биомассы и отходов.	Знает экологическое законодательство Российской Федерации; нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, основы природоохранных биотехнологий, особенности технологических процессов в организации перерабатывающей отрасли, для которой разрабатывается модифицированная технология утилизации отходов, современные тенденции использования возобновляемого сырья в химической технологии, методы получения энергоносителей и тепловой энергии из отходов биомассы, пути замены упаковочных материалов биоразлагаемыми полимерами	Собеседование
ПК-2.2	ИД-2 ПК-2.2	Уметь разрабатывать новые технологии	Умеет разрабатывать новые технологии	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		переработки биомассы, разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства с участием ферментов.	переработки органических отходов, повышать долю в продукции химической промышленности биоразлагаемых материалов, составлять технико-экономические обоснования для внедрения новых технологий, разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства	
ПК-2.2	ИД-3 ПК-2.2	Владеть навыками формирования предложений по глубокой переработке, модификации технологического процесса переработки отходов и разработки проектов замкнутых производственных циклов в перерабатывающих организациях с участием ферментов.	Владеет навыками формирования предложений по глубокой переработке, модификации технологического процесса переработки отходов и разработки проектов замкнутых производственных циклов в перерабатывающих организациях	Творческое задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Модуль 1. Теоретические основы инженерной энзимологии. Раздел 1. Современные методы конструирования ферментов и их иммобилизация, производство ферментативных препаратов.	8	0	0	8
- Современные методы конструирования ферментов с заданными свойствами				
- Селекция и конструирование новых продуцентов ферментов				
- Факторы, влияющие на ферментативную активность, регуляция ферментативной активности				
- Денатурация ферментов под действием различных факторов				
- Процессы инактивации и стабилизации ферментов				
- Методы иммобилизации ферментов и клеток, регуляция их активности				
- Диффузионные ограничения в гранулах иммобилизованных ферментов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 2. Особенности термодинамики и кинетики ферментативных реакций.	6	0	0	6
- Ограничения, связанные с термодинамикой ферментативных реакций (изменение ионного состояния, перенос продукта в другую фазу, использование последовательных стадий) - Проведение ферментативных реакций в однофазных и двухфазных средах - Стационарная и нестационарная кинетика ферментативных реакций - Кинетика сопряженных ферментативных реакций - Ингибирование ферментативных реакций				
Раздел 3. Масштабирование, макрокинетика и реакторы при промышленном использовании иммобилизованных ферментов и клеток.	4	0	0	4
- Масштабирование процессов ферментаций - Макрокинетика реакций с иммобилизованными ферментами - Реакторы с иммобилизованными ферментами				
Модуль 2. Промышленное применение ферментов и ферментных препаратов. Раздел 4. Применение ферментов и ферментных препаратов в медицине и сельском хозяйстве	0	0	6	12
- Применение ферментов как лекарственных препаратов и средств диагностики - Применение ферментов в животноводстве				
Раздел 5. Применение ферментов и ферментных препаратов в пищевой промышленности	0	0	6	12
- Применение ферментов при расщеплении крахмала - Применение ферментов при превращении сахаров - Применение ферментов в производстве молочных продуктов - Применение ферментов в производстве хлебоулучшающих изделий				
Раздел 6. Применение ферментов в промышленных и природоохранных технологиях	0	0	12	22
- Применение ферментов в кожевенной и текстильной промышленности - Применение ферментов в целлюлозно-бумажном производстве - Применение ферментов в органическом синтезе - Применение ферментов для процессов защиты окружающей среды				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Ферменты в качестве лекарственных препаратов и средств тестирования
2	Перспективы применения ферментов сельском хозяйстве
3	Использование ферментов в производстве молочных продуктов
4	Применение ферментов при расщеплении крахмала и превращении сахаров
5	Использование ферментов в хлебобулочной и мясоперерабатывающей промышленности
6	Ферменты в производстве моющих средств
7	Применение ферментов в кожевенной и текстильной промышленности
8	Ферменты для решения задач целлюлозно-бумажной промышленности
9	Применение ферментов в промышленных технологиях и перспективы расширения сферы их использования
10	Биокаталитические методы защиты окружающей среды

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Выбор образовательной технологии определяется особенностями изучения объектов. Ферменты не устойчивы во внеклеточных процессах и обычно не удовлетворяют требованиям промышленных технологий. Поэтому современные методы конструирования ферментов и ферментных препаратов, предназначенных для применения в промышленных технологиях, направлены на решение задачи модифицирования структуры и свойств ферментов с помощью методов геной и белковой инженерии, за счет иммобилизации ферментов на различных по природе носителях, путем переноса ферментативных процессов в неводные среды. Разработка таких технологий, требует конвергентного подхода, то есть объединения усилий ряда дисциплин.

При решении проблемы промышленного применения ферментов конвергенция предусматривает объединение опыта природоподобных технологий, достижений энзимологии, протеомики и биохимии, термодинамики и кинетики ферментативных процессов, методик масштабирования разработок лабораторного уровня и соответствующего аппаратурно-технологического оснащения процессов производства. Выбраны соответствующие образовательные технологии.

В основу процесса обучения положен принцип проблемности. Выдвижение научных и прикладных проблем в области инженерной энзимологии планируется проводить в ходе лекций. Обсуждение в дискуссионном режиме путей решения проблем выносятся на практические занятия (семинары), проводить которые предусматривается в интерактивной форме.

При этом планируется развивать коллективную форму работы студентов в процессе обучения, воспитывать системное качество мышления, и умение интегрировать знания различных областей, развивать способность аргументировать собственную точку зрения, формировать умение находить решения при разработке ресурсо- и энергосберегающих ферментативных процессов.

Самостоятельная работа студентов, наряду с традиционной задачей подготовки к аудиторным занятиям, предусматривает выполнение индивидуальных комплексных (творческих) заданий, которые представляют собой частично регламентированные задания, имеющие нестандартные решения и позволяющие интегрировать знания различных областей; развивать способность студентов накапливать и умение использовать их, приобретать навыки решения поставляемых задач и опыт аргументирования собственной точки зрения. Защита индивидуальных заданий позволяет контролировать уровень формирования студентами владения навыками разработки конкретных вариантов технологий, включающих применение ферментов или ферментных препаратов.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:
1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. При изучении нового материала обязательно вникайте в смысл встречающихся терминов, определений, понятий, стремитесь понять физическую сущность зависимостей, выраженных математическими выражениями.
3. Особое внимание следует уделить подготовке к семинарским занятиям и выполнению индивидуальных комплексных заданий по материалу, вынесенному на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, базируется на теоретическом материале, рассматриваемом на лекциях, но необходимо использовать дополнительные источники, представленные в Интернете и периодической научной литературе.
5. Выполняйте теоретические расчеты там, где они могут дать дополнительную информацию или составлять альтернативу эксперименту.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Биотехнология: теория и практика : учебник для вузов / Загоскина Н. В., Назаренко Л. В., Калашникова Е. А., Живухина Е. А. Москва : Оникс, 2009. 493 с., 4 л. цв. ил.	33
2	Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология : учебник для вузов. Москва : Академия, 2005. 472 с.	7
3	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное издание пер. с англ. 2-е изд. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. 848 с. 68,9 усл. печ. л.	10
4	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. 325 с. 26,65 усл. печ. л.	19
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Биохимия: практикум : учебное пособие для студентов специальностей Лечебное дело и Фармация / Чернов Н. Н., Березов Т. Т., Лукашева Е. В., Смирнова И. П. Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. 205 с.	14
2	Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие для вузов. М. : КолосС : Химия, 2004. 295 с.	86
3	Егорова Т. А., Клунова С. М., Живухина Е. А. Основы биотехнологии : учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. Москва : Academia, 2006. 208 с.	5
4	Загребельный С.Н. Биотехнология : учебное пособие. Новосибирск : Изд-во НГУ, 2005. 299 с.	65
2.2. Периодические издания		
1	Binod P., Gnansounou E., Sindhn R., Pandey A. Enzymes for second generation biofuels: Recent developments and future perspectives// Bioresource Technology Reports. 2019, vol.5, P.317-325.	1

2	Drout R.J., Rabison L., Farha O.K. Catalytic applications of enzymes encapsulated in metal-organic frameworks // Coordination Chemistry Reviews. 2019, Vol. 381, p. 151-160.	1
3	Liu Q, Xun G., Feng Y. The state-of-the-art strategies of protein engineering for enzyme // Biotechnology Advances. 2019, Vol. 337, P.530-537.	1
4	Sharma D., Dangi A.K., Shukla P. Contemporary enzyme based technologies for bioremediation: A Review// J. Environmental Management. 2018, Vol. 210, p.10-22.	1
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Межгосударственный стандарт, ГОСТ 34353-2017. Препараты ферментативные. Молокосвертывающие. Животного происхождения. Сухие. Технические условия.	1
2	Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57249-2016. Препараты ферментные. Установка, маркировка, транспортирование и хранение	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Виноградова А.В. Биотехнология топлива: учебное пособие /А.В. Виноградова, Г.А. Козлова, Л.В. Аникина - Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. -212 с.	49
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Расчет биотехнологических процессов очистки воды с применением азротенков : методические указания к самостоятельным работам. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016. 33 с. 2,25 усл. печ. л.	5

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Новосибирский государственный университет, факультет естественных наук. Мультимедийный курс "Физико-химические основы биокатализа в иллюстрациях". чл. корр РАН, проф. д.х.н. Лаврик О.И.	https://fen.nsu.ru/fen.phiml?topic=meth	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Плакунов В.К. Основы динамической биохимии: учебник, В.К.Плакунов, Ю.А. Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с. (Новая университетская библиотека)	http://www.iprbookshop.ru/9095.html	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов Н.Н. Прикладная энзимология: Учебное пособие [Электронный ре-сурс]. Рецензент: Арсеньева Т.П., доктор техн. наук, профессор факультета пищевых биотехнологий и инженерии. - Санкт-Петербург; Университет ИТМО, 2019.-	https://books.ifmo.ru/file/pdf/2440.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	http://link.springer.com/ http://www.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic PT-W 430 Da-LII E Cosmopolition Electrol 147 Операционная система?264	1
Практическое занятие	Компьютерный класс Персональные компьютеры "Декада"	5

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Инженерная энзимология»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	19.04.01. Биотехнология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Биотехнология в освоении экономики замкнутого цикла
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Химии и биотехнологии
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 3 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Инженерная энзимология» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана). В дисциплине предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практическим работам на семинарах и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	УО	ТЗ	Т/КР	Зачёт
Усвоенные знания				
Знать возможности использования ферментативных технологий и рециклов, свойственных природоподобным технологиям, а также целесообразность перехода к биоразлагаемым материалам для перевода природоохранных процессов на ресурсо- и энергосберегающие принципы. Знать особенности технологических процессов в перерабатывающей отрасли, для которых возможно применение модифицированных технологий с использованием ферментов, знать варианты применения ферментов в химической отрасли, энергетике, переработке биомассы и отходов.	УО С			
Освоенные умения				
Уметь применять новые подходы на основе конвергенции нано-, био-, информационных и когнитивных технологий (НБИК-технологий) для решения комплексных технологических задач с участием ферментов.			Т	

Уметь разрабатывать новые технологии переработки биомассы, разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства с участием ферментов.				
Приобретенные владения				
Владеть навыками использования новых подходов при разработке ресурсо- и энергосберегающих природоохранных технологий с использованием ферментов.		ТЗ		
Владеть навыками формирования предложений по глубокой переработке, модификации технологического процесса переработки отходов и разработки проектов замкнутых производственных циклов в перерабатывающих организациях с участием ферментов.				

С – собеседование по теме семинара; УО – устный опрос; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТЗ – творческое задание;

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме проводимого семинара. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Творческая активность студента на семинарах оценивается в баллах по каждому разделу учебного модуля.

Шкала и критерии оценки активности студента на семинаре приведены ниже.

Баллы за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня творческого подхода к решению задач, определенных компетенциями
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	Приведен детально обоснованный выбор варианта решения проблемы, вынесенной на обсуждение, убедительно доказаны преимущества предложения в ходе интерактивной дискуссии.
4	4	Средний уровень	Представлены предложения по совершенствованию ферментативного процесса в рамках решения проблемы, вынесенной на обсуждение, в ходе интерактивной дискуссии удалось в основном отстоять представленные предложения по совершенствованию процесса.
3	3	Минимальный уровень	Проявлено участие в интерактивной дискуссии по решению проблемы, выдвинутой на обсуждение
2	2	Минимальный уровень не достигнут	Не представлены собственные предложения по решению проблемы, выдвинутой на обсуждение, не было участия в интерактивной дискуссии
0	0	Уровень освоения не установлен	Отсутствие на семинаре

Оценка по 4-х балльной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения **знания**.

Тематика примерных практических занятий:

1. Ферменты в качестве лекарственных препаратов и средств тестирования
2. Перспективы применения ферментов сельскохозяйственном производстве
3. Использование ферментов в производстве молочных продуктов
4. Применение ферментов при расщеплении крахмала и превращении сахаров
5. Использование ферментов в хлебобулочной и мясоперерабатывающей промышленности
6. Ферменты в производстве моющих средств
7. Применение ферментов в кожевенной и текстильной промышленности
8. Ферменты для решения задач целлюлозно-бумажной промышленности
9. Применение ферментов в промышленных технологиях и перспективы расширения сферы их использования
10. Биокаталитические методы защиты окружающей среды

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты рубежной контрольной работы и защиты индивидуального комплексного задания.

2.2.1. Защита индивидуального творческого задания

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в виде защиты индивидуального творческого задания. В ходе самостоятельной работы каждый студент выполняет индивидуальное комплексное задание по разработке ресурсо- и энергосберегающей технологии, включающей ферментативный процесс. Оценка по 4-х бальной шкале включается в итоговый оценочный лист по дисциплине для оценивания уровня освоения *владения*.

Шкала и критерии оценки уровня освоения владения по результатам защиты индивидуального комплексного задания приведены ниже.

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	Для заданной технологии обоснованно выбран фермент или ферментный препарат, предложен режим осуществления ферментативного процесса, показаны пути его включения в общую технологическую схему, сделаны приложения по ее аппаратурному оснащению, и в ходе защиты разработанного предложения выявлен высокий уровень научной обоснованности предложения и детальная проработка его технологического оформления.
4	Средний уровень	Выполнены все выше перечисленные этапы, предусмотренные индивидуальным заданием, но в ходе защиты выявлены неточности, касающиеся отдельных этапов разработки данной технологии.
3	Минимальный уровень	Выполнены основные этапы предусмотренные индивидуальным заданием, но в ходе защиты выявлены серьезные замечания по результатам разработки заданной технологии.
2	Минимальный уровень не достигнут	Не выполнены в полном объеме этапы, предусмотренные индивидуальным заданием, и в ходе защиты выявлен низкий уровень усвоения научных основ дисциплины и отсутствие доказательств возможности реализации представленного варианта ферментативного процесса.

Примеры индивидуальных творческих заданий

1. Предложите решение технологической задачи использования липаз в качестве катализаторов этерификации и переэтерификации и обоснуйте выбор

условий проведения указанных реакций с использованием ферментов.

2. Сформулируйте предложения по увеличению эффективности действия липолитических препаратов в составе моющих средств.

3. Предложите способ модификации метода ферментативного расщепления крахмала, позволяющие обеспечивать энерго- и ресурсосбережение технологии.

4. Предложите и обоснуйте новые способы применения ферментных препаратов в синтезе органических веществ.

5. Оптимизируйте ферментативные стадии технологии получения бумаги из древесного сырья.

6. Подберите технологические решения по использованию ферментов в хлебобулочной промышленности, способствующие увеличению потребительских свойств продукции.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Рубежная контрольная работа введена для оценивания усвоения знаний и освоения умений, включенных в дисциплинарные части компетенций после изучения учебного модуля 1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены ниже.

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.
3	Минимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.

Результаты рубежных контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Пример заданий для рубежной контрольной работы по дисциплине "Инженерная энзимология"

1. Приведите кинетическую схему инактивации фермента с учетом равновесия

конформеров белка E1, E2, E_i, при которой E_i не обладает функциональной активностью. Выведите уравнение эффективной константы скорости инактивации и объясните полученные зависимости.

2. Приведите механизм и кинетическую схему ферментативной реакции при избытке субстрата. Выведите основное кинетическое уравнение и объясните физический смысл величин, входящих в уравнение.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Промежуточный контроль по дисциплине "Инженерная энзимология" проводится в форме экзамена. Оценивание на экзамене проводится по 4-бальной шкале в форме интегральной оценки.

Ниже приведены примерные вопросы, вынесенные на экзамен.

Вопросы для подготовки к экзамену.

Модуль 1.

1. Основные методы конструирования ферментов с заданными свойствами.
2. Факторы, влияющие на ферментативную активность, основные способы регуляции ферментативной активности.
3. Денатурация ферментов, методы повышения стабильности ферментов.
4. Основные методы иммобилизации ферментов и клеток микроорганизмов.
5. Влияние иммобилизации на параметры ферментативной реакции.
6. Регуляция активности и стабилизации иммобилизованных ферментов.
7. Диффузионные ограничения в реакциях с иммобилизованными ферментами.
8. Принцип функционирования ферментов в неводных средах. Основы мицеллярной энзимологии.
9. Основы стационарной кинетики ферментативных реакций.
11. Базовые положения нестационарной кинетики ферментативных реакций.
11. Кинетика сопряженных ферментативных реакций.
13. Кинетика реакций с участием иммобилизованных ферментов.
14. Основы процессов масштабирования при промышленном использовании ферментов.
15. Реакторы с иммобилизованными ферментами.

Модуль 2.

1. Применение ферментов как лекарственных препаратов в медицине.
2. Применение ферментов для диагностики в медицине.
3. Применение ферментов в составе моющих средств.
4. Применение ферментов в процессах расщепления крахмала.
5. Применение ферментов при превращении сахара.
6. Применение ферментов для переработки целлюлозы и гемицеллюлозы.
7. Применение ферментов в целлюлозно-бумажной промышленности.
8. Применение ферментов производстве молочных продуктов.
9. Применение ферментов в хлебобулочной промышленности.
10. Применение ферментов в мясоперерабатывающей промышленности.

11. Применение ферментов в кожевенной и текстильной промышленности.
12. Применение ферментов в органическом синтезе.
13. Применение ферментов в животноводстве.
14. Применение ферментов в процессах защиты окружающей среды.
15. Применение ферментов для ремедиации загрязненных сред.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

В экзаменационный билет включаются два теоретических вопроса для оценивания усвоения знаний. Оценка освоения умений вносится в экзаменационный лист как интегральный результат рубежного контроля (рубежная контрольная работа) и интегральная оценка текущего контроля активности на семинарах. Оценка освоения владений вносится в экзаменационный лист как итог оценивания по 4-балльной шкале результатов защиты индивидуального комплексного задания. По четырем оценкам, внесенным в экзаменационный лист, вычисляется среднеарифметическое значение и после округления до целого числа определяется оценка на экзамене по дисциплине.

Образец экзаменационного билета по дисциплине "Инженерная энзимология"

Экзаменационный лист

Дисциплина " Инженерная энзимология"

Группа ХБТ _____

Дата сдачи _____

№ п/п	Фамилия. И.О.	№ билета	Оценка						
			Знания		Умение	Владение	Среднеарифметическое	По дисциплине	
			Вопрос 1	Вопрос 2					