

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

« 05 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Технология ферментных препаратов  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 19.03.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биотехнология (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

освоение принципов, особенностей организации микробиологических процессов производства ферментных препаратов; формирование практических умений и навыков получения и выделения ферментов, определения их активности

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

микроорганизмы – продуценты ферментов; технологии получения ферментных препаратов; структура и организация биотехнологического процесса получения ферментных препаратов.

### 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-2.1	ИД-1пк-2.1	Знает основные нормативные и методические документы биотехнологических производств в области охраны окружающей среды; основы биотехнологий получения ферментных препаратов; технологические режимы производственных объектов; методики контроля и борьбы с загрязнениями окружающей среды на биотехнологических предприятиях.	Знает нормативные и методические материалы по охране окружающей среды; основы природоохранных биотехнологий; технологические режимы природоохранных объектов; методики контроля и борьбы с загрязнениями окружающей среды.	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2пк-2.1	Умеет оценивать возможность применения биологических процессов для решения технологических задач; выбирать методы контроля, управления и оптимизации биотехнологических процессов получения ферментов; применять современные информационные технологии для обработки полученных данных и их анализа.	Умеет оценивать развитие биологических процессов в природе; проводить статистический анализ данных для биологических очистных сооружений; применять современные информационные технологии для обработки полученных данных и их анализа.	Индивидуальное задание
ПК-2.1	ИД-3пк-2.1	Владеет навыками оценки влияния промышленных производств и объектов на состояние окружающей среды, способностью оценивать технические средства и технологии получения ферментных препаратов с учетом экологических последствий их применения.	Владеет навыками оценки влияния промышленных производств и объектов на состояние окружающей среды;	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.2	ИД-1пк-2.2	Знает требования к санитарно-гигиеническому состоянию помещений и оборудования предприятий по производству ферментных препаратов; основные правила работы с ферментами, методы выделения и очистки ферментов; технологические основы производства ферментных препаратов; рецептуры основных питательных сред, методы их приготовления и стерилизации; правила охраны труда и техники безопасности на предприятиях, выпускающих	Знает требования к санитарно-гигиеническому состоянию помещений и оборудования микробиологических лабораторий; требования к технике проведения работ, способы контроля оборудования в микробиологической лаборатории; рецептуры основных питательных сред, методы их приготовления и стерилизации.	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		ферментные препараты.		
ПК-2.2	ИД-2пк-2.2	Умеет готовить дезинфицирующие средства и дезинфицировать лабораторную посуду, инструменты и другие объекты (бокс для работы с микроорганизмами) микробиологической лаборатории; вести журналы учета выполнения микробиологических исследований; пользоваться справочными материалами, нормативными документами с целью приготовления питательных сред, реактивов, растворов; применять методы стерилизации и хранения готовых питательных сред.	Умеет готовить дезинфицирующие средства; дезинфицировать лабораторную посуду, инструменты и другие объекты микробиологической лаборатории; вести журналы учета выполнения микробиологических исследований; пользоваться справочными сборниками, нормативными документами с целью приготовления питательных сред, реактивов, растворов; применять методы стерилизации и хранения готовых питательных сред.	Защита лабораторной работы
ПК-2.2	ИД-3пк-2.2	Владеет навыками обеспечения выполнения правил техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, навыками подготовки лабораторной посуды и инструментов к стерилизации; контроля работы бактерицидных установок, холодильников и термостатов; ведения журнала учета выполнения микробиологических исследований, подготовкой реактивов и составлением питательных сред по рецептуре, обеспечением условий их хранения.	Владеет навыками подготовки лабораторной посуды и инструментов к стерилизации; контроля работы бактерицидных установок, холодильников и термостатов; ведения журнала учета выполнения микробиологических исследований, подготовкой реактивов и составлением питательных сред по рецептуре, обеспечением условий и хранения.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	52	52	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	11	11	
- лабораторные работы (ЛР)	13	13	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	92	92	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
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
8-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Основные понятия и определения. Цели и задачи дисциплины. История развития технологий получения ферментных препаратов. Источники получения ферментов.				
Основные понятия о ферментах и областях их применения	1	2	4	10
Ферменты, их строение и свойства. Механизм ферментативного катализа. Специфичность действия 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
Применение ферментов	1	2	4	10
Применение ферментных препаратов в различных сферах жизнедеятельности человека: пищевая промышленность (производство спиртосодержащей продукции, молоко и мясоперерабатывающая промышленность, хлебопечение и др.), химическая промышленность, текстильная промышленность, сельское и коммунальное хозяйство, производство косметики, медицина, экология и др.				
Основы технологии получения микробных ферментных препаратов	2	4	6	20
Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов. Получение посевного материала и производственных культур. Подготовка питательных сред и аппаратуры. Стерилизация питательных сред и воздуха, оборудования и помещений. Технологии производственного культивирования микроорганизмов: периодические и непрерывные, поверхностная и глубинная ферментация. Получение неочищенных ферментных препаратов из культур микроорганизмов. Методы выделения и очистки ферментных препаратов: осаждение, разделение, высушивание. Применение сорбционных, мембранных, экстракционных и других технологий для получения высоко очищенных ферментных препаратов.				
Оптимизация технологий получения ферментных препаратов	2	3	4	20
Регуляция биосинтеза и активности ферментов. Регулируемость активности ферментов как биокатализаторов. Термолабильность ферментов. Зависимость активности ферментов от pH среды. Виды регуляции активности ферментов. Основные подходы к определению ферментативной активности. Общая характеристика методов определения активности ферментов. Наиболее распространенные методы определения ферментативной активности.				
Современные технологии создания биокатализаторов	2	0	4	12
Генетическая инженерия ферментов. Выделение и амплификация гена. Библиотека генов. Плазмидные векторы. Трансформация. Клонирование бактериальных клеток. Оптимизация экспрессии и выделение генно-инженерных белков. Инженерная энзимология. Способы иммобилизации ферментов. Носители. Свойства и преимущества иммобилизованных				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ферментов. Стабилизация ферментов.				
Контроль производства и нормативные документы на ферментных предприятиях	2	2	4	20
Требования, предъявляемые к питательным средам, сырью и конечному продукту. Стандартизация ферментных препаратов. Получение товарной формы ферментных препаратов. Микро-биологический и биохимический контроль производства. Технические условия на продукт. Технологический регламент производства. Правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда на биотехнологических предприятиях. Специальные требования безопасной эксплуатации ферментных заводов. Основы техники безопасности при эксплуатации типового оборудования.				
ИТОГО по 8-му семестру	11	13	26	92
ИТОГО по дисциплине	11	13	26	92

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Классификация ферментов
2	Основные области применения ферментов
3	Сырье для процессов ферментации, источники получения ферментов
4	Технологические особенности получения ферментов
5	Методы активирования и ингибирования ферментов
6	Охрана труда и техника безопасности на биотехнологических предприятиях
7	Перспективы и передовой опыт в области технологий получения и производства ферментов
8	Экологическая оценка применения ферментных препаратов и технологий их получения

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Подготовка питательных сред и посуды для выделения и культивирования микроорганизмов-продуцентов ферментов
2	Выделение микроорганизмов-продуцентов ферментов и изучение их свойств

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Оптимизация питательной среды по источникам углерода и азота для максимального накопления амилолитических ферментов
4	Определение ферментативной активности полученного препарата
5	Изучение методов выделения ферментов из культуральной жидкости

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li> </ol>
---

## 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



№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Варфоломеев С. Д. Химическая энзимология : учебник для вузов / С. Д. Варфоломеев. - Москва: Академия, 2005.	13
2	Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология : учебник для вузов / С. Д. Варфоломеев. - Москва: Академия, 2005.	7
3	Гамаюрова В. С. Ферменты. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. - Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2011.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Биотехнология : учебник для вузов / И.В. Тихонов [и др.]. - СПб: ГИОРД, 2005.	5
2	Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие для вузов / В. В. Бирюков. - М.: КолосС, Химия, 2004.	86
3	Загребельный С.Н. Биотехнология : учебное пособие / С.Н. Загребельный. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2005.	65
4	Клунова С. М. Биотехнология : учебник для вузов / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е.А. Живухина. - Москва: Академия, 2010.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Биотехнология : теоретический и научно-практический журнал / Академия биотехнологии. - Москва: Академия биотехнологии, 1985 - .	
2	Биотехнология : теоретический и научно-практический журнал. - Москва: Академия биотехнологии, 1985 - . 2014, № 5.	1
3	Катализ в промышленности : журнал / Калвис. - Москва: Калвис, 2001 - .	
4	Прикладная биохимия и микробиология : журнал / Российская академия наук. Отделение биологических наук. - Москва: Наука, 1965 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления : СанПиН 2.1.7.1322-03. - Москва: Минздрав России, 2003.	1
2	Цельномолочные продукты. Производство молока и молочных продуктов (СанПиН 2.3.4.551-96) / Степанова Л.И., - СПб: ГИОРД, 2004. - (Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры; Т.1).	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Переработка растительного сырья. - Москва: КолосС, 2008. - (Пищевая биотехнология : учебное пособие для вузов; Кн. 2).	3
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Вайсман Я. И. Микробиология и основы биотехнологии : учебное пособие / Я. И. Вайсман, Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	73

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / 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)	<a href="http://www.iprbookshop.ru/9095.html">http://www.iprbookshop.ru/9095.html</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Тишин В.Б., Головинская О.В. Эксперимент и поиск математических моделей кинетики биологических процессов: Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 111 с.	<a href="https://books.ifmo.ru/file/pdf/1751.pdf">https://books.ifmo.ru/file/pdf/1751.pdf</a>	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.	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 Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы электронные лабораторные.	1
Лабораторная работа	Вытяжной шкаф.	1
Лабораторная работа	Качалка орбитальная.	1
Лабораторная работа	Сухожаровой шкаф.	1
Лабораторная работа	Фотоэлектроколориметр.	1
Лабораторная работа	Центрифуга лабораторная.	1
Лекция	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1
Практическое занятие	Мультимедийный класс. Проектор потолочного крепления Panasonic	1

### **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  
«Технология ферментных препаратов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 19.03.01 Биотехнология

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Биотехнология

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Химия и биотехнология

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4 **Семестр:** 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Диф. зачёт: 8 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине 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 (8-го семестра учебного плана) и разбито на 6 разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, лабораторные работы, 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, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам, 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			Итого вый
	ПР	ТО	КР	ЛР	РЗ	Диф. зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знает основные нормативные и методические документы биотехнологических производств в области охраны окружающей среды; основы биотехнологий получения ферментных препаратов; технологические режимы производственных объектов; методики контроля и борьбы с загрязнением окружающей среды на биотехнологических	ПР 1	ТО 1	КР 1		РЗ	ТВ

предприятиях						
<b>3.2</b> Знает требования к санитарно-гигиеническому состоянию помещений и оборудования предприятий по производству ферментных препаратов; основные правила работы с ферментами, методы выделения и очистки ферментов; технологические основы производства ферментных препаратов; рецептуры основных питательных сред, методы их приготовления и стерилизации; правила охраны труда и техники, безопасности на предприятиях, выпускающих	ПР 2	ТО 2	КР 1			ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет оценивать возможность применения биологических процессов для решения технологических задач; выбирать методы контроля, управления и оптимизации биотехнологических процессов получения ферментов; применять современные информационные технологии для обработки полученных данных и их анализа.	ИЗ		КР 2	ЛР 3		ПЗ
<b>У.2</b> Умеет готовить дезинфицирующие средства и дезинфицировать лабораторную посуду, инструменты и другие объекты (бокс для работы с микроорганизмами) микробиологической лаборатории; вести журналы учета выполнения микробиологических исследований; пользоваться справочными материалами, нормативными документами с целью приготовления питательных сред, реактивов, растворов; применять методы стерилизации и хранения готовых питательных сред.	ПР 3			ЛР 2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками оценки влияния промышленных производств и объектов на состояние окружающей среды, способностью оценивать технические средства и технологии получения ферментных препаратов с учетом экологических последствий их применения.	ИЗ		КР 2		РЗ	ПЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками обеспечения выполнения правил техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, навыками подготовки лабораторной посуды и инструментов к стерилизации;				ЛР 1		

контроля работы бактерицидных установок, холодильников и термостатов; ведения журнала учета выполнения микробиологических исследований, подготовкой реактивов и составлением питательных сред по рецептуре, обеспечением условий их хранения.						
---	--	--	--	--	--	--

ПР – выполнение практических работ с подготовкой отчёта (текущий контроль знаний, умений, владений);

ТО – теоретический опрос;

КР – контрольная работа;

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой и защитой отчёта (оценка умений и владений);

РЗ – защита реферата (оценка знаний и владений);

ИЗ – индивидуальное задание (оценка умений и владений);

ТВ – теоретический вопрос (зачет);

ПЗ – практическое задание (задача на зачете).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного 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 контрольных опросов, контрольных работ, индивидуальных заданий, защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов 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. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений рубежных контрольных работ (после изучения основных разделов учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов 1-3 и 4-6 дисциплины. Первая КР по разделам 1 «Основные понятия о ферментах», 2 «Применение ферментов» и 3 «Основы технологии получения ферментных препаратов»; вторая КР – по разделам 4 «Оптимизация технологий получения ферментных препаратов», 5 «Современные технологии создания биокатализаторов» и 6 «Контроль производства и нормативные документы на ферментных предприятиях».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Номенклатура ферментов, с примерами.
2. Ферментные препараты растительного происхождения.
3. Конструирование (подбор) питательных сред для микроорганизмов-продуцентов ферментов.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Получение товарных форм ферментных препаратов.
2. Технологические особенности получения протеолитических ферментов.
3. Методы определения активности амилолитических ферментов.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов контрольных работ



Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>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.</i>
4	Средний уровень	<i>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.</i>
3	Минимальный уровень	<i>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.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

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

### 2.2.2. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты отчетов индивидуальных заданий

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Тема индивидуального задания студентом освещена достаточно полно. Студентом использованы материалы и данные из современных литературных источников. Студент свободно ориентируется в рассматриваемом материале, отвечает на дополнительные вопросы. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Тема индивидуального задания студентом освещена не достаточно полно, не использованы материалы современных литературных источников. Студент при ответах на дополнительные вопросы испытывает небольшие затруднения. Качество оформления отчета индивидуального задания не

		полностью соответствует требованиям.
3	Минимальный уровень	Студент выполнил индивидуальное задание с существенными неточностями, не использованы материалы современных литературных источников. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. Качество оформления отчета индивидуального задания не полностью соответствует требованиям.
2	Минимальный уровень не достигнут	При выполнении индивидуального задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. Качество оформления отчета индивидуального задания не соответствует требованиям.

### 2.2.3. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 3 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.
3	Минимальный уровень	Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям.

2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты. Качество оформления отчета к лабораторной работе не соответствует требованиям.
---	----------------------------------	--

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

#### 2.4. Реферат

Реферат представляет собой индивидуальное задание, включающее сбор, обобщение и анализ информации по заданной теме, и подготовку на основе этой информации отчетного документа с заключением о состоянии изученности данной темы. Весь объем этой работы рассчитан на СРС.

Защита реферата предусматривает проверку освоения навыков владения принципами превращения накопленной информации в инструмент для принятия технологических решений в области получения ферментных препаратов.

#### Примеры тем рефератов:

- 1) Селекция и конструирование новых продуцентов ферментов.
- 2) Математические модели кинетики процессов ферментации.
- 3) Процесс ферментации: основные характеристики.
- 4) Масштабирование процессов ферментации.
- 5) Отделение биомассы от культуральной жидкости.
- 6) Дезинтеграция клеток микроорганизмов.
- 7) Сайт-направленный мутагенез в химии ферментов.
- 8) Инактивация ферментов.
- 9) Ферменты в органическом синтезе.
- 10) Ферменты в аналитической химии.
- 11) Иммуноферментный анализ.
- 12) Билюминесцентный анализ.
- 13) Ферменты как лекарственные препараты.
- 14) Биокаталитические методы защиты окружающей среды.
- 15) Ферментативный катализ в неводных средах.
- 16) Области применения ферментов в неводных средах.
- 17) Ферментативная конверсия целлюлозы в глюкозу.
- 18) Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов.
- 19) Ферменты как катализаторы электрохимических реакций.

Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты реферата приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Шкала и критерии оценки результатов рубежного контроля в форме защиты реферата

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Студент показал отличные знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, обосновал возможность осуществления на основе этой информации технологического решения.
4	Средний уровень	Студент показал хорошие знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, но недостаточно убедительно обосновал возможности осуществления на основе этой информации технологического решения.
3	Минимальный уровень	Студент не смог в полном объеме показать знания, умения и навыки владения в рамках усвоенного учебного материала, не полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, затрудняется убедительно обосновать возможность осуществления на основе этой информации технологического решения.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент проявил недостаточный уровень знаний, умений и навыков владения, не полностью выполнил задание по сбору, накоплению и анализу информации на заданную тему, не смог убедительно обосновать возможность осуществления на основе этой информации технологического решения.

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

#### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных и практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

##### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий и лабораторных работ студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

##### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам.

Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

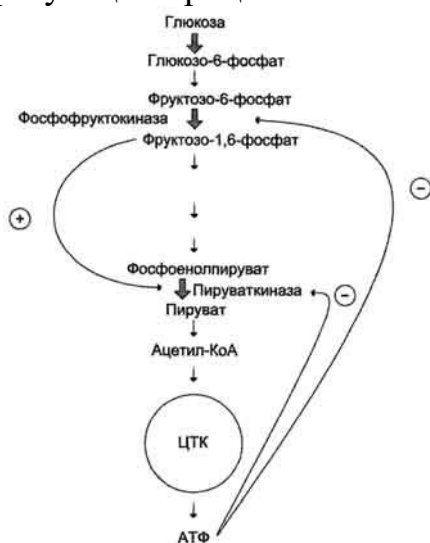
#### 2.4.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

##### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Класс ферментов изомеразы, его подклассы, особенности, примеры катализируемых реакций.
2. Применение липолитических ферментов.
3. Виды питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов ферментов и основной компонентный состав сред.
4. Микробиологический и биохимический контроль производства ферментных препаратов.
5. Охрана труда и техника безопасности на предприятиях, выпускающих ферментные препараты.

##### Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Определите факторы, оказывающие преимущественное влияние на биосинтез ферментов в процессе культивирования.
2. Обоснуйте предложения по созданию экологически оптимальных технологических процессов производства пектолитических ферментных препаратов.
3. На представленном примере объясните, какими способами происходит регуляция процесса катаболизма глюкозы.



##### Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Оцените технологию получения амилазы поверхностным культивированием *A.niger* с учетом экологических последствий её применения.
2. Составьте принципиальную схему получения неочищенных амилотических ферментных препаратов методом поверхностного культивирования.
3. Приведите доказательства преимущества глубинного способа культивирования продуцентов перед поверхностным при проведении технологии получения протеолитических ферментных препаратов высокой чистоты.

#### 2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время дифференцированного зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при дифференцированном зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.5, 2.6 и 2.7.

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Средний уровень	Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Минимальный уровень	Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	Минимальный уровень не достигнут	При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Средний уровень	Студент выполнил практическое задание билета с

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
		небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Минимальный уровень	Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	Минимальный уровень не достигнут	При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

Таблица 2.7. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Средний уровень	Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Минимальный уровень	Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	Минимальный уровень не достигнут	При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

### 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 проверяемой в билете 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.

### 3.2. Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых дисциплинарных компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.
4. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций
	знания	умения	владения		
5*	5	4	5	4.75	<i>отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>



3	3	4	2	3.0	неудовлетворительно
---	---	---	---	-----	---------------------

*\*) - пример заполнения оценочного листа*

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

**Приложение 1**  
Форма билета для  
дифференцированного зачета

**ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)**

**19.03.01 «Биотехнология»  
Кафедра «Химия и биотехнология»  
Дисциплина «Технология ферментных  
препаратов»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Основы техники безопасности при эксплуатации типового оборудования на предприятиях биотехнологического синтеза (*контроль знаний*).
2. Обоснуйте подбор состава питательной среды для культивирования продуцентов липолитических ферментов, учитывая свойства и механизм действия этих ферментов, а также области их применения (*контроль умений*).
3. Составьте принципиальную технологическую схему получения и выделения амилаз с разной степенью очистки при глубинном культивировании продуцента (*контроль умений и владений*).

Составитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

Портнова А.В.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

(подпись)

Ходяшев Н.Б.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.