


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии  
и биотехнологии  
протокол № 13 от 10 марта 2020 г.

Согласовано:  
Председатель УМК биологического  
факультета

Зав. кафедрой  /С.А. Башкатов

 /М.И. Гарипова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Промышленная энзимология**

Б1.В (Вариативная часть)


Профессиональная часть

06.04.01 Биология

программа подготовки "Биохимия и биотехнология"

Квалификация  
Магистр

Разработчик (составитель)



/И.А.  
Шпирная

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель: И.А.Шпирная, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 13 от 10 марта 2020 г.

Заведующий кафедрой



/ С.А. Башкатов

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: основные философские концепции естествознания и историю их возникновения	ОПК-8 -способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения	
	Знать: основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	ПК-7-готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.	
Умения	Уметь: обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении	ОПК-8 -способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения	
	Уметь: использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства	ПК-7-готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	ОПК-8 -способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения	
	Владеть: навыками применения современных высокотехнологических процессов	ПК-7-готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Б1.В. Вариативная часть ОД обязательные дисциплины Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Целью освоения дисциплины «Промышленная энзимология» является получение магистрантами знаний об особенностях биотехнологических процессов с участием ферментов.

Способствовать использованию полученных сведений в собственных научных исследованиях.

Промышленная энзимология изучается магистрами в третьем семестре. Входит в цикл профессиональных дисциплин. После изучения данного модуля выпускник должен быть подготовлен к деятельности по изучению ферментов и ферментных систем, использующихся в технологических процессах. Должен знать методы и средства преодоления различных факторов, сдерживающих внедрение ферментов в процессы производства и различные сферы жизнедеятельности человека.

Курс Промышленная энзимология связан с биологическими дисциплинами бакалавриата – молекулярной биологией, биохимией, энзимологией, биофизикой, микробиологией.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина, являются «Иммобилизация в биохимии и биотехнологии», «Современные биотехнологические производства», «Структура и функции макромолекул».

**Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-9 - способностью профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Несформированность компетенции (не зачтено)	Сформированность компетенции (зачтено)
		Не знает (не ориентируется) Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок
Первый этап (уровень)	Знать: основные философские концепции естествознания и историю их возникновения	Не способен оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам	Способен оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам
Второй этап (уровень)	Уметь: обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении	Не умеет самостоятельно обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении	На удовлетворительном уровне может обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении
Третий этап (уровень)	Владеть: Понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины «промышленная Энзимология»	Не владеет понятиями и терминами дисциплины «Промышленная энзимология»	На удовлетворительном уровне владеет понятиями и терминами дисциплины «Промышленная энзимология»

Код и формулировка компетенции ПК-3 - способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенци й)	Несформированность компетенции (не зачтено)	Сформированность компетенции (зачтено)
		Не знает (не ориентируется) Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок



Первый этап (уровень)	Знать: основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	Не знает основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	Демонстрирует в целом верное, с некоторым количеством неточностей и ошибок, знание основ проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства	Не умеет самостоятельно использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективной и экологически чистой производств	На удовлетворительном уровне использует знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками применения современных высокотехнологических процессов	Не владеет навыками применения современных высокотехнологических процессов	На удовлетворительном уровне владеет навыками применения современных высокотехнологических процессов

Критериями оценивания являются оценки, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения разделов дисциплины.

Система контроля за ходом и качеством усвоения студентами содержания данной дисциплины включает следующие виды:

- 1) текущий контроль – проводится систематически с целью установления уровня овладения студентами учебного материала в течение семестра. К формам текущего контроля относятся: индивидуальный опрос, проверка рабочих тетрадей с выполненными практическими работами и домашними заданиями. Выполнение этих работ является обязательным для всех студентов, а результаты являются основанием для допуска к следующим формам контроля.
- 2) промежуточный контроль – оценка уровня освоения материала по разделам дисциплины. В качестве форм контроля выступают контрольная работа, тестирования по материалам дисциплины.

3) итоговый контроль – оценка уровня освоения дисциплины по окончании ее изучения в форме зачета.

Шкалы оценивания:

«не зачтено» - магистрант не освоил программу дисциплины, плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки;

«зачтено» - магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки в толковании основных понятий.

#### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ:

1. Фундаментальные и прикладные аспекты ферментной биотехнологии.
2. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических.
3. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.
4. Ферменты в экстремальных условиях. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие

- денатурацию ферментов.
5. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов.
  6. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии.
  7. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
  8. Химическая модификация ферментов. Иммуобилизация ферментов.
  9. Экстремозимы и источники их получения.
  10. Способы культивирования микроорганизмов
  11. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах.
  12. Использование экстремозимов в биотехнологии.
  13. Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном микроанализе. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем.
  14. Иммуобилизованные ферменты в микроанализе. Аналитические проточные реакторы.
  15. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуоферментные датчики.
  16. Билюминесцентный микроанализ. Соиммуобилизованные полиферментные системы в билюминесцентном анализе.
  17. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия.
  18. Иммуобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммуобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа «контейнер». Использование липосом в качестве «контейнера».
  19. Применение иммуобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии.
  20. Перспективные направления развития ферментной терапии.
  21. Ферменты в химической промышленности.
  22. Ферменты в фармацевтической промышленности.
  23. Ферменты в пищевой промышленности.
  24. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы.
  25. Перспективы развития индустриального биокатализа.
  26. Ферментативное превращение рацематов в энантиомеры. Биокаталитическое получение пропаноидов.
  27. Ферментативная модификация нуклеиновых кислот, синтез олиго- и полинуклеотидов.
  28. Ферментативный синтез сахаров.
  29. Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.
  30. Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии
  31. Экспериментальный анализ пространственной структуры ферментов. Кристаллография. Двумерная ЯМР-спектроскопия. Предсказание структуры ферментов с помощью компьютерных методов молекулярного моделирования. Квантовомеханические методы. Метод молекулярной динамики.
  32. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии. Компьютерные базы данных.
  33. Белковая инженерия ферментов. Рациональный дизайн индустриальных ферментов.
  34. Направленная эволюция индустриальных ферментов (эволюция *in vitro*). Создание библиотеки ферментов. Случайный мутагенез. Случайная рекомбинация фрагментов гена *in vitro*. Отбор ферментов с улучшенными свойствами. Критерии отбора индустриальных ферментов.
  35. Получение химерных и бифункциональных ферментов. Получение полусинтетических ферментов и их использование в качестве индустриальных биокатализаторов.
  36. Каталитические антитела (абзимы). Черты сходства и отличия абзимов и ферментов.

Способы получения абзимов. Практическое значение абзимов.

37.Рибозимы.

38. Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.

Шкалы оценивания:

«не зачтено» - магистрант не освоил программу дисциплины, плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки, задача решена с ошибками;

«зачтено» - магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки в толковании основных понятий, задача решена верно.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: основные философские концепции естествознания и историю их возникновения	ОПК-8 - способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения	Индивидуальный, групповой опрос; тестирование; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; задача; проверка рабочей тетради
	Знать: Основные философские категории и специфику их применения при анализе поведения биологических объектов	ПК-7- готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование; практическое задание; статья; проверка рабочей тетради

<p>2-й этап</p> <p>Умение</p>	<p>Уметь: обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении</p>	<p>ОПК-8 - способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения</p>	<p>Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); ситуационные задачи и тесты; защита проекта</p>
-------------------------------	---	--	--

	Уметь: Применять основные приемы научного мышления при постановке экспериментов и оценке их результатов	ПК-7- готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов	Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); ситуационные задачи и тесты; защита проекта
3-й этап  Владеть навыками	Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	ОПК-8 - способность использовать философские концепции естествознания для формирования научного мировоззрения	Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); ситуационные задачи и тесты; защита проекта
	Владеть: навыками применения современных высокотехнологических процессов	ПК-7- готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов	Лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; проверка рабочей тетради

### Программа дисциплины «Промышленная энзимология»

Фундаментальные и прикладные аспекты ферментной биотехнологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.

#### СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОКАТАЛИЗА

Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

#### ФЕРМЕНТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Физические. Механические. Химические. Биологические. Механизмы инактивации ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов. Экстремозимы и источники их получения. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и пуллулазы. Протеиназы. ДНК-полимеразы. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.

#### ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ



Методы детекции в ферментативном микроанализе. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем. Имобилизованные ферменты в микроанализе. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуоферментные датчики. Биоллюминесцентный микроанализ. Соимобилизованные полиферментные системы в биоллюминесцентном анализе.

### МЕДИЦИНСКАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ

Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизинем и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Имобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства имобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа «контейнер». Использование липосом в качестве «контейнера». Применение имобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии.

### ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ БИОКАТАЛИЗ

Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью аминоксилазы. Биохимическая основа процесса. Ферменты в фармацевтической промышленности. Получение 6-аминопенициллановой кислоты с помощью пенициллинамидазы.

Ферменты в пищевой промышленности. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Технологическая схема производства. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, галактозидаз.

Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа.

### УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ ФЕРМЕНТОВ

Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.

### КОНСТРУИРОВАНИЕ БИОКАТАЛИЗАТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ

Экспериментальный анализ пространственной структуры ферментов. Кристаллография. Двумерная ЯМР-спектроскопия. Направленная эволюция индустриальных ферментов (эволюция *in vitro*). Создание библиотеки ферментов. Случайный мутагенез. Случайная рекомбинация фрагментов гена *in vitro*. Отбор ферментов с улучшенными свойствами. Критерии отбора индустриальных ферментов. Получение химерных и бифункциональных ферментов. Получение полусинтетических ферментов и их использование в качестве индустриальных биокатализаторов.

Каталитические антитела (абзимы). Черты сходства и отличия абзимов и ферментов. Способы получения абзимов. Практическое значение абзимов. Рибозимы.

Лабораторные работы по дисциплине «Промышленная Энзимология»



Работа №1 (8 часа) «Субстратная индукция синтеза гидролаз».  
Работа №2 (4 часа) «Иммобилизация ферментов в ПААГ».  
Работа №3 (4 часа) «Проектирование биотехнологического производства».

### **Защита проектов по теме:**

#### **«Проектирование биотехнологического производства ферментов»**

Включает в себя анализ информации и подготовку доклада с презентацией к публичной защите. Структура проекта должна включать в себя следующие элементы:

- 1) Актуальность, экономическая целесообразность, анализ рынка, возможности производства *конкретного фермента*.
- 2) Выбор метода контроля ферментативной активности на всех стадиях производства.
- 3) Анализ продуцентов.
- 4) Отбор штамма продуцента, методы трансформации.
- 5) Анализ сред, параметров роста культуры.
- 6) Подготовка засеваемого материала.
- 7) Способ стерилизации сред и оборудования.
- 8) Масштабирование процесса производства.
- 9) Концентрирование, стадии очистки ферментного препарата (ультрафильтрация, осаждение и пр.).
- 10) Получение товарной формы продукта (дозирование, ампулирование, лиофилизация и пр.).

Примеры ферментов:

Кератиназы, Хитиназы, Фитазы, Ксиланазы, Протеиназы для СМС, Галактозидаза, Пенициллинамидаза и др.

### **Критерии оценки:**

Критерии оценки:

Работы оформляются в рабочей тетради, которую студент лично сдает преподавателю. По ходу проверки преподаватель проводит индивидуальный опрос по теоретической и практической части работы.

«зачтено» выставляется студенту, если он выполнил практическую работу, продемонстрировал владение методикой. Ответил на все вопросы, даже если допускал незначительные ошибки и неточности.

«не зачтено» балл выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, не продемонстрировал владение методикой. Не ответил на вопросы. Допустил ошибки в оформлении лабораторной работы.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Авдеева, Л.В. Биохимия: Учебник / Л.В. Авдеева, Т.Л. Алейникова, Л.Е. Андрианова; Под ред. Е.С. Северина. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2015. - 768с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	24	15	577 Б63
чз4	1	1	577 Б63

2. Биссвангер, Ханс. Практическая энзимология: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 328с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	9	6	577 Б65
чз4	1	1	577 Б65

3. Таганович А. Д. Биологическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А. Д. Таганович [и др.] .— Минск : Вышэйшая школа, 2013 .— 672 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235731&sr=1#>>.

### Дополнительная литература:

1. Кнорре Д.Г. Биологическая химия : учеб.для хим., биол. и мед. специальностей вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина .— 3-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2000 .— 480 с. — Библиогр.: с.466

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб1	1	1	577 К53
аб3	54	54	577 К53
аб6	23	23	577 К53
чз4	3	3	577 К53

2. Фомина, М. В. Фармацевтическая биохимия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / М. В. Фомина, Е. В. Бибарцева, О. Я. Соколова .— Оренбург : ОГУ, 2015 .— 109с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— ISBN 978-5-7410-1303-8 .— <URL:<[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=438993&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=438993&sr=1)>>.

3. Шамраев А. В. Биохимия [Электронный ресурс] : учеб.пособие / А. В. Шамраев.— Оренбург : ОГУ, 2014.— 186 с. URL:<[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=270262&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=270262&sr=1)>>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» -<https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» -<https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека- elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) -[https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ -<http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ-<http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS -<http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования WebofScience -<http://www.gpntb.ru>
9. Лекции по биологии факультета молекулярной и биологической физики Физико-

- технического университета: <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/>
10. «Биомолекула» — это научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.: <http://www.biomolecula.ru/about/>
11. Теория эволюции, как она есть: Библиотека сайта: <http://evolution.powernet.ru/library/>
12. Журнал общей биологии: Резюме статей: <http://elementy.ru/genbio/resume?artid=314>
13. Библиотека лекций и научных изданий на сайте «Элементы большой науки»: <http://elementy.ru/lib>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p><b>Аудитория № 324</b> Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук Aser Extensa 7630G-732G25Mi.</p> <p><b>Аудитория № 327</b> Учебная мебель, доска, проектор BenQ MX525 DLP3200Lm XGA13000, экран ClassicSolution Norma настенный, ноутбук Lenovo B570e.</p> <p><b>Аудитория № 329</b> Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы Ohaus SPU-202, термостат TCO 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой – 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dexr TM-80, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p><b>Аудитория № 428</b> Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocus IN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный Classic Norma, моноблоки стационарные - 2 шт.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к электронным библиотечным системам (ЭБС) и БД, моноблоки стационарные – 5 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт., Wi-Fi</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный. Договор № 31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>

	доступ для мобильных устройств устройств	
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Промышленная энзимология на 3 семестр  
(наименование дисциплины)

Очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Практические занятия: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	10
практических/ семинарских	
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	45,8

Форма(ы) контроля:

Зачет 3 семестр

№ п / п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕ М	ЛР	С Р			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<p><b>Введение. Структурно-функциональные особенности биокатализа</b></p> <p>Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.</p> <p>Принципы номенклатуры коммерческих препаратов ферментов.</p>	10	2			8	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1,2</p>	<p>Классификация ферментов.</p> <p>Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.</p>	<p>Оценка устных ответов, тестирование</p>

2	<p><b>Ферменты в экстремальных условиях</b> Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов.</p> <p>Физические. Механические.</p> <p>Химические. Биологические.</p> <p>Механизмы инактивации ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации.</p> <p>Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Химическая модификация ферментов.</p> <p>Иммобилизация ферментов.</p>	18	2		8	5	<p>Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-3</p>	<p>Экстремозимы и источники их получения. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и пуллулаказы. Протеиназы. ДНК-полимеразы. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями.</p> <p>Их прикладное значение.</p>	К Л К П Т
---	--	----	---	--	---	---	--	--	-----------------------

3	<p><b>Ферментативный микроанализ. Медицинская энзимология</b></p> <p>Ферментные препараты типа –контейнер  .Использованиелипосом в качестве–контейнера  .Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии.</p> <p>Перспективные направления развития ферментной терапии.</p>	1 8	2		8	10	<p>Основная литература: 1,3</p> <p>Дополнительная литература: 1-3</p>	<p>Ферментативный микроанализ. Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции ферментативном микроанализе. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуоферментные датчики. Биоломинесцентными кроанализ.</p>	КЛ ПР
	<p><b>Ферменты в пищевой промышленности</b></p> <p>Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Технологическая схема производства. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз,пектиназ, β-галактозидаз.</p>	1 2, 8	2			10,8	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-3</p>	<p>Ферменты в фармацевтической промышленности. Технологическая схема производства. Ферменты каккомпоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы.Протеазы. Перспективы</p>	КЛ КПТ



								развития индустриального биокатализа.	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

	<p><b>Индустриальный биокатализ.</b>  <b>Использование ферментов в тонком химическом синтезе</b>  Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью аминоксилазы.  Биохимическая основа процесса.  Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы.</p>	1 4	2			12	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-3</p>	<p>Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов  Биоконверсия растительного сырья.  Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.  Каталитические антитела (абзимы).  Черты сходства и отличия абзимов и ферментов.  Способы получения абзимов.  Практическое значение абзимов. Рибозимы.  Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.</p>	К Л К П Т
	<b>Всего часов:</b>	7 2	1 0		16	45,8			