

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии и  
биотехнологии  
протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК биологического  
факультета

Зав. кафедрой  /С.А. Башкатов

 /М.И. Гарипова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина Промышленная энзимология  
Базовая часть

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)  
19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки  
Биотехнология и биоинформатика

Квалификация  
Магистр

Разработчик (составитель)



/И.А. Шпирная

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: И.А.Шпирная, к.б.н., доцент кафедры биохимии и биотехнологии, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / С.А. Башкатов

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
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
  - 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
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**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:

ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов

ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: принципы профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	
	Знать: основные закономерности функционирования живых систем и биосферы; методы описания, наблюдения, классификации биологических объектов;	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	
Умения	Уметь: оперировать основными положениями и Терминами профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	
	Уметь: оперировать основными положениями и терминами для математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому	

		анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез
Владения (навыки / опыт деятельности с ти)	Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом для практического использования современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов
	Владеть: основными методами работы с биологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях.	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез

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

Базовая часть 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.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Принципы организации биотехнологических производств, Системы GMP и HACCP в биотехнологии.

## **3. 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 критериального оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: принципы профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен приступить по окончании университета к профессиональной деятельности. Задания выполнены менее чем наполовину.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в основном справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, однако допускает неточности формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Задания выполнены более чем наполовину, присутствуют существенные ошибки в выполнении некоторых заданий. Проявлен слабый уровень владения	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала в целом успешно, с незначительными ошибками, выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному обновлению в ходе дальнейшей учебной работы профессиональной деятельности. Правильно, с небольшими ошибками, выполнена большая часть заданий. Проявлен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач предусмотренных программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного программного материала, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить исследования с использованием необходимых приборов, оборудования и реактивов.				
Третий этап (уровень)	Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом для практического использования современного биотехнологического оборудования и научных приборов				

			материалом. Проявлены удовлетворительные способности знания и умения к выполнению заданий.	хороший уровень владения материалом, обучающийся в целом правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. Проявлены хорошие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий, в целом владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	учебной работы и профессиональной деятельности. Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
--	--	--	--	--	---

Код и формулировка компетенции ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основные закономерности функционирования живых систем и биосферы; методы описания, наблюдения, классификации биологических объектов	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебного программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не	Обучающийся обнаружил знание основного учебного программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в основном справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с	Обучающийся обнаружил полное знание учебного программного материала, в целом успешно, с незначительными ошибками, выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач предусмотренных программой, усвоил



<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: оперировать основными положениями и терминами для математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез</p>	<p>способен приступить по окончании университета к профессиональной деятельности. Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, однако допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Задания выполнены более чем наполовину, присутствуют существенные ошибки в выполнении некоторых заданий. Продемонстрирован слабый уровень владения материалом. Проявлены удовлетворительные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Правильно, с незначительными ошибками, выполнена большая часть заданий. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом, обучающийся в целом правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. Проявлены хорошие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий, в целом владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>	<p>основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть: основными методами работы с биологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях.</p>	<p>способен приступить по окончании университета к профессиональной деятельности. Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, однако допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Задания выполнены более чем наполовину, присутствуют существенные ошибки в выполнении некоторых заданий. Продемонстрирован слабый уровень владения материалом. Проявлены удовлетворительные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Правильно, с незначительными ошибками, выполнена большая часть заданий. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом, обучающийся в целом правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. Проявлены хорошие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий, в целом владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>	<p>основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены отличные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>

**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: принципы профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	контрольная работа; тестирование
	Знать: основные закономерности функционирования живых систем и биосферы; методы описания, наблюдения, классификации биологических объектов;	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	контрольная работа; тестирование
2-й этап Умения	Уметь: оперировать основными положениями и терминами профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	контрольная работа; тестирование
	Уметь: оперировать основными положениями и терминами для математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	контрольная работа; тестирование

3-й этап  Владеет навыками	Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом для практического использования современного биотехнологического оборудования и научных приборов	ОПК-1 - способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	контрольная работа; тестирование
	Владеть: основными методами работы с биологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях.	ОПК-4- готовностью использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	контрольная работа; тестирование

### Вопросы к экзамену:

1. Фундаментальные и прикладные аспекты ферментной биотехнологии.
2. Мировой рынок ферментов и ферментных препаратов. Ведущие производители.
3. Российский рынок ферментов и ферментных препаратов. Ведущие производители.
4. Перспективы развития рынка ферментных препаратов.
5. Отрасли производства ферментов.
6. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических.
7. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.
8. Ферменты в экстремальных условиях. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов.
9. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов.
10. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии.
11. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах.
12. Химическая модификация ферментов. Имобилизация 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. Имобилизованные ферменты в микроанализе. Аналитические проточные реакторы.
15. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуноферментные датчики.
16. Билюминесцентный микроанализ. Соимобилизованные полиферментные системы в билюминесцентном анализе.
17. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия.
18. Имобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа -контейнер. Использование липосом в качестве -контейнера.
19. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии.

20. Перспективные направления развития ферментотерапии.
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 простаноидов.
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. Квантово механические 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.

### Пример экзаменационного билета

Утверждено  
 На заседании кафедры  
 биохимии и биотехнологии  
 Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

## БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ Экзаменационная сессия Дисциплина Промышленная энзимология Экзаменационный билет № 1

1. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.
2. Перспективы развития рынка ферментных препаратов.
3. Белковая инженерия ферментов. Рациональный дизайн индустриальных ферментов.

### Критерии оценки:

- **отлично** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все

вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов предмета. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;

- **хорошо** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном все вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **удовлетворительно** выставляется студенту, если при ответе на вопросы билета студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основного материала. Вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и терминов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний на практике. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Примеры тестовых заданий

1. 1 катал – это:

1. Концентрация катализатора, 1 моль/л
2. Скорость реакции без фермента
3. Активность фермента, превращающего 1 моль субстрата в секунду
4. Активность одной молекулы фермента

2. Международная (стандартная) единица активности фермента – это:

1. Количество фермента, которое катализирует превращение 1 мкм субстрата за 1 мин
2. Активность, отнесенная к 1 мг белка
3. Число молекул субстрата, превращаемых одной молекулой катализатора за единицу времени.
4. Активность катализатора в расчете на его молекулярную массу.

3. Удельная активность фермента - это:

1. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мг (или 1 г) белка
2. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мг (или 1 г) массы образца
3. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мл (или 1 л) раствора
4. Активность, выраженная в единицах активности на 1 моль белка.

4. Для определения активности протеаз по степени гидролизу белкового субстрата наиболее предпочтительным является метод:

1. Абсорбционной спектроскопии
2. Инфракрасной спектроскопии
3. Флуоресцентной спектроскопии
4. Фотоколориметрический метод

5. Поляриметрический метод можно использовать для определения активности

1. Инвертазы
2. Каталазы
3. Аланинаминотрансферазы
4. Химотрипсина

### **Критерии оценки:**

Тестовые задания оцениваются по пятибалльной системе.

Учитывается количество (%) правильных ответов или правильно выполненных контрольных заданий:

«отлично» – процент правильных ответов 80 - 100%;

«хорошо» – процент правильных ответов 65- 79,9%;

«удовлетворительно» – процент правильных ответов 50-64,9%;

«неудовлетворительно» – процент правильных ответов менее 50%.

### **Вопросы к контрольной работе**

1. Химическая природа ферментов.
2. Особенности ферментативных реакций.
3. Принципы классификация ферментов.
4. Принципы номенклатуры ферментов.
5. Единицы активности ферментов.
6. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
7. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура ферментов.
8. Активный центр, его строение и функция.
9. Роль мультидоменной организации молекулы фермента, значение подвижности доменов в катализе.
10. Общий кислотно-основной катализ.

### **Критерии оценки**

Контрольная работа оценивается по пятибалльной системе:

«Отлично»-Высокий уровень подготовки с незначительными недочетами. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы.

«Хорошо»-В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на теоретические вопросы, но имеются ошибки в определениях понятий, процессов и т.п.

«Удовлетворительно»-Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.

«Неудовлетворительно»-Подготовка недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы.

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

### Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.
3. Statistica Advanced for Windows v.12 English / v.10 Russian Academic. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория № 332	Учебные аудитории для	Оборудование: учебная мебель, доска,

	проведения занятий лекционного типа	мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный Classic Norma.
Аудитория № 232	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Оборудование: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный Classic Norma.
Аудитория № 324	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, экран на штативе.
Аудитория № 327	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный.
Аудитория № 329	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, термостат ТСО 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, магнитная мешалка ММ-4, шкаф вытяжной – 2 шт.
Аудитория № 328	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы VIC, колориметр КФК УХЛ 4.2, концентратор центробежный Centri Var Solvent System Labconco, ферментер, холодильник бытовой Бирюса, шкаф вытяжной – 2 шт.
Аудитория № 321 Лаборатория молекулярной биотехнологии	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, учебно-наглядные пособия, рН-метр ST2100-F, дозатор (пипетка) переменного объема ЛАЙТ – 10 шт., автоклав 23л МК, Tuttnauer, амплификатор многоканальный "Терцик", аппарат для гель-электрофореза, бокс микробиологической безопасности БМБ-"Ламинар-С"-1,2, весы HL-200, видеоокуляр TourCam 5.1 МП, TourTek, 2 кВт микроцентрифуга-Вортекс 1.5тыс.об/мин, сушижаровой шкаф 80 л, термостат 80 л, термостат твердотельный "Термит», трансиллюминатор ЕСХ-20 М, холодильник лабораторный ХЛ-340 "Позис", центрифуга MiniSpin Eppendorf, шейкер LOIP LS-110, шкаф вытяжной лабораторный ШВ-1,3-Ламинар-С.
Аудитория № 319 Лаборатория ИТ	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5-3470, 3,2 ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 7 профессиональная x64, ПЗУ 360 Гб (15 шт.)
Аудитория № 327	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный.



Аудитория № 318б	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, шкаф вытяжной.
		<p><b>Перечень лицензионного программного обеспечения:</b></p> <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>3. Statistica Advanced for Windows v.12 English / v.10 Russian Academic. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.</p>
Читальный зал №2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде	<p>Оборудование: научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) – 10 шт., неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС, количество посадочных мест – 40.</p> <p><b>Перечень лицензионного программного обеспечения:</b></p> <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплины Промышленная энзимология на 3 семестр  
(наименование дисциплины)  
Очно-заочная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	19,2
лекций	8
практических/ семинарских	-
лабораторных	10
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	52,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференциальному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 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 дополнительна я литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	С Р			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение. Структурно- функциональные особенности биокатализа. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических.	2	-		12,8	Основная литература: 1,2  Дополнительная литература: 1,2	Классификация ферментов. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.	Контрольная работа, тестирование
2.	Ферменты в экстремальных условиях. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов.	2	-	2	10	Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-3	Экстремозимы и источники их получения. Термозимы.	Контрольная работа, тестирование
3.	Ферментативный микроанализ. Медицинская энзимология	2	-	4	15	Основная литература: 1,3 Дополнительная литература: 1-3	Ферментативный микроанализ. Кинетическая основа ферментативного микроанализа.	Контрольная работа, тестирование
4.	Ферменты в пищевой промышленности	2	-	4	15	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-3	Ферменты в фармацевтической промышленности.	Контрольная работа, тестирование
	<b>Всего часов:</b>	8	-	10	52,8			