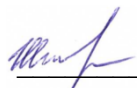


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры биохимии
и биотехнологии
протокол № 14 от 26 мая 2017 г.

Зав. кафедрой  /Р.Г. Фархутдинов

Согласовано:
Председатель УМК
биологического факультета

 /И.А. Шпирная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

дисциплина Инженерная энзимология
Базовая часть


Программа специалитета

Направление подготовки (специальность)
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Профиль подготовки
Молекулярная биоинженерия и биоинформатика

Квалификация
Биоинженер и биоинформатик

Разработчик (составитель)



/И.А. Шпирная

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры, № 14 от 26 мая 2017 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины, протокол № 15 от 15 июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлено программное обеспечение и информационные системы, протокол № 15 от «25» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

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	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
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	8
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
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины</i>	15
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные методы получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; - основные понятия и термины инженерной энзимологии; -методы экспериментальной работы с биообъектами 	<p>ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области</p>	
	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -ферменты, используемые в производстве; -способы модификации и стабилизации ферментов для производства; -базы данных ферментов для производства 	<p>ПК-4-способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	
Умения	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать и проводить биологические эксперименты; - описывать и объяснять результаты экспериментов; - использовать знания, полученные при изучении дисциплины в профессиональной деятельности. 	<p>ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области</p>	
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков; -получать иммобилизованные ферменты с целью их использования в производстве; -грамотно излагать выводы исследований 	<p>ПК- 4 способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>Владеть:</p> <p>методами получения целевых ферментов</p>	<p>ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные</p>	

		<p>методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области</p>	
	<p>Владеть: -навыками получения стабильных ферментов для производства; -навыками работы с базами данных белков производства</p>	<p>ПК-4-способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Базовая часть

Дисциплина изучается на 5 курсе, в 9 семестре

Целью освоения дисциплины «Инженерная энзимология» - является формирование у бакалавров знаний о строении биологических катализаторов - ферментов, механизмах действия и регуляции ими жизненных процессов, а также знакомство с практическими аспектами энзимологии.

Задачи

- сформировать представление о современном состоянии и перспективах развития науки о ферментах;
- ознакомить с классификацией ферментов, методами их изучения
- дать характеристику структурно-функциональной организации ферментов, механизмам действия, способам регуляции, получения и использования ферментов
- научить умению самостоятельного поиска и анализа информации, использованию ее в процессе научно-практической деятельности.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика, Химия, Физическая химия, Коллоидная химия, Статическая биохимия, Методы исследования биологических макромолекул, Микробиология, Модификация биополимеров как способ создания новых материалов для медицины и сельского хозяйства, Физиология животных и человека, Энзимология, Базы данных и основные методы биоинформатики, Генная инженерия, Физиология растений, Радиобиология, Новые технологии в медицине, Биофизика, Медицинская биохимия.

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: Микроклональное размножение растений, Фармакогенетика, Структурные основы регенерации тканей.

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 критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области

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 методы получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; - основные понятия и термины инженерной энзимологии; - методы экспериментальной работы с биообъектами	Не знает - основные методы получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; - основные понятия и термины инженерной энзимологии; - методы экспериментальной работы с биообъектами	Демонстрирует в целом верное, с некоторым количеством неточностей и ошибок, знание основных методов получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; - основные понятия и термины инженерной энзимологии; - методы экспериментальной работы с биообъектами
Второй этап (уровень)	Уметь - планировать и проводить биологические эксперименты; - описывать и объяснять результаты экспериментов; - использовать знания, полученные при изучении дисциплины в профессиональной деятельности.	Не умеет самостоятельно планировать и проводить биологические эксперименты; - описывать и объяснять результаты экспериментов; - использовать знания, полученные при изучении дисциплины в профессиональной деятельности.	На удовлетворительном уровне планирует и проводит биологические эксперименты; - применяет методы описывает и объясняет результаты экспериментов; - использует знания, полученные при изучении дисциплины в профессиональной деятельности.

Третий этап (уровень)	Владеть: методами о получения целевых ферментов	Не владеет методами получения целевых ферментов	На удовлетворительном уровне владеет методами получения целевых ферментов
-----------------------	---	---	---

Код и формулировка компетенции ПК- 4 способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин

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: -ферменты, используемые в производстве; -способы модификации и стабилизации ферментов для производства; -базы данных ферментов для производства	Не знает ферменты, используемые в производстве; -способы модификации и стабилизации ферментов для производства; -базы данных ферментов для производства	Демонстрирует в целом верное, с некоторым количеством неточностей и ошибок, знание ферментов используемых в производстве; -способы модификации и стабилизации ферментов для производства; -базы данных ферментов для производства
Второй этап (уровень)	уметь: использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков; -получать иммобилизованные ферменты с целью их использования в производстве; -грамотно излагать выводы исследований	Не умеет использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков; -получать иммобилизованные ферменты с целью их использования в производстве; -грамотно излагать выводы исследований	На удовлетворительном уровне использует информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков; -получать иммобилизованные ферменты с целью их использования в производстве; -грамотно излагать выводы исследований
Третий этап (уровень)	Владеть: -навыками получения стабильных ферментов для производства; -навыками работы с базами данных белков производства	Не владеет навыками -навыками получения стабильных ферментов для производства; -навыками работы с базами данных белков производства	На удовлетворительном уровне владеет -навыками получения стабильных ферментов для производства; -навыками работы с базами данных белков производства

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 методы получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; - основные понятия и термины инженерной энзимологии; -методы экспериментальной работы с биообъектами	ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области	Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; задачи и тесты; дискуссия
	Знать: -ферменты, используемые в производстве; -способы модификации и стабилизации ферментов для производства; -базы данных ферментов для производства	ПК-4-способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование; практическое задание; ситуационные задачи и тесты; проверка рабочей тетради
2-й этап Умения	Уметь - планировать и проводить биологические эксперименты; - описывать и объяснять результаты экспериментов; - использовать знания, полученные при изучении дисциплины в профессиональной деятельности.	ОПК-5-способностью применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области	Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); ситуационные задачи и тесты; контрольные работы
	уметь: - использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков; -получать иммобилизованные ферменты с целью их использования в производстве;	ПК- 4 способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Индивидуальный опрос; лабораторные работы, проверка рабочей тетради, собеседование

	-грамотно излагать выводы исследований		
3-й этап	Владеть: методами получения целевых ферментов	ОПК-5-способностью применять методы биотехнологии и биотехнологии для получения новых знаний и для получения биотехнологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, применять современные методы исследований, определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования, проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области	Индивидуальный, групповой опрос; письменные ответы на вопросы; реферат; ситуационные задачи и тесты; дискуссия
Владеть навыками	Владеть: -навыками работы с биотехнологическими ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биотехнологии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	ПК-1 -способностью самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биотехнологии, биотехнологии и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	Лабораторные работы; реферат; собеседование; проверка рабочей тетради

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

для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания: от 0 до 59 баллов – незачет; от 60 до 100 баллов – зачет.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ, 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. 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. Биолюминесцентный микроанализ. Соимобилизованные полиферментные системы в биолюминесцентном 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 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 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. 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.

Критерии оценивания реферата

8-10 баллов выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, в работе присутствуют ссылки из научных публикаций, примеры из практики, мнения известных учёных в данной области. Студент демонстрирует способностью анализировать материал.

5-7 баллов выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснована, в работе присутствуют ссылки из научных публикаций, примеры из практики, мнения известных учёных в данной области.

3-6 баллов выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способностью к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.

0 баллов выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылаясь на мнения учёных, не трактовал нормативно-правовые акты, не высказывал своего мнения, не проявил способностью к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

Программа дисциплины «Инженернаяэнзимология»

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. Иммуноферментные датчики. Билюминесцентный микроанализ.

Соиммобилизованные полиферментные системы в билюминесцентном анализе.

МЕДИЦИНСКАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ

Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизином и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных 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 *invitro*). Создание библиотеки ферментов. Случайный мутагенез. Случайная рекомбинация фрагментов гена *invitro*. 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.

Текущий контроль включает 5-10 минутный опрос во время лекционных занятий в виде тестирования, а также решение комплексных ситуационных заданий во время лабораторных работ с целью закрепления полученных знаний.

Промежуточный контроль осуществляется в виде написания рефератов, защиты проектов и защиты лабораторных работ.

Итоговый контроль - зачет.

Лабораторные работы по дисциплине «Инженерная 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 засевного 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:

Защита каждой лабораторной работы оценивается максимально в 10 баллов.

- 9-10 баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора. Ответил на все вопросы.
- 6-8 баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора. Ответил на все вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.
- 3-5 баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора.
- 0-2 - баллов выставляется студенту, если не выполнил лабораторную работу, контрольное задание.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Инженерная энзимология

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление Биоинженерия и биоинформатика
специальность

курс 4, семестр_9

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Лабораторная работа 1	10	1	0	10
2. Контрольная работа 1	10	1	0	10
3. Защита проектов	10	1	0	10
Рубежный контроль (тест 1)				20
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Лабораторная работа 2	10	1	0	10
2. Контрольная работа 2	10	1	0	10
3. Реферат	10	1	0	10
Рубежный контроль				20
Поощрительные баллы				
1. Активная работа при проведении лабораторных работ	-	-	-	5
3. Выполнение индивидуального задания	-	-	-	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий	-	-	-6	0
2. Посещение практических занятий	-	-	-10	0
Промежуточная аттестация				
Зачет	-	1	0	100
Всего				110

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. - 768 с.

Местонахождение и доступность

Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
а63	24	15	577 Б63
чз4	1	1	577 Б63

2. Биссвангер ,Ханс. Практическая энзимология = PracticalEnzymology / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011

.— 328 с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	9	6	577 Б65
ч34	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. Киреева Н. А., Бакаева М. Д. Биохимия витаминов : учеб. пособие /; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2010 .— 124 с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	78	78	577 К43
ч34	2	2	577 К43

2. 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
ч34	3	3	577 К53

3. Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия : учебник /.— М. : Дрофа, 2004 .— 638 с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
ч34	5	5	577 К63

4. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии : учебник для студ. хим. и биолог. спец. пед. ун-тов и ин-тов / Ю. Б. Филиппович .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш.шк., 1993 .— 495 с.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	26	13	577 Ф53
ч32	1	1	547 Ф53
ч34	4	4	577 Ф53

5. 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>>.

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 «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Электронная информационно-образовательная среда БашГУ (ЭИОС) - <http://www.bashedu.ru/elektronnaya-informatsionno-obrazovatel'naya-sreda-bashgu>
6. Основы <http://isir.ras.ru/> - Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук.
7. <http://www.viniti.msk.su/> - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИРАН).
8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed> - База научных данных в области биомедицинских наук.
9. www.chem.qmul.ac.uk/iubmb - Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.
10. www.molbiol.ru, www.nature.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.
11. www.swissprot.com – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов

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>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ(учебный корпус биофака).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).</p>	<p>Аудитория № 324 Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук Aser Extensa 7630G-732G25Mi.</p> <p>Аудитория № 327 Учебная мебель, доска, проектор BenQ MX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный, ноутбук Lenovo B570e.</p> <p>Аудитория № 329 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 Dехр ТМ-80, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p>Аудитория № 331 Учебная мебель, гомогенизатор–324, доска, лабораторный инвентарь, колориметр КФК-2М – 3 шт., колориметр фотоэлектрический, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ, центрифуга ОПН 3,02, шкаф</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. Инструмент количественного определения активности амилазных ферментов и ингибиторов амилаз по площади зоны гидролизованного крахмала, иммобилизованного в гель агарозы. № свидетельства 2015612790 от 26.02.2015, приказ № 1043 от 01.10.2015.</p> <p>4. Инструмент определения гидролитической активности по гидролизу субстрата в полиакриламидном геле. № свидетельства 2018611900 от 08.02.2018, приказ № 368 от 29.03.2018.</p> <p>5. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>

<p>319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p>вытяжной малый.</p> <p>Аудитория № 319 Лаборатория ИТ Учебная мебель, доска, персональный компьютер iRU Corp (15 шт).</p> <p>Аудитория № 428 Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный Classic Norma, моноблоки стационарные - 2 шт.</p> <p>Читальный зал №1 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 доступ для мобильных устройств</p>	
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Инженерная энзимология на 9 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	16
практических/ семинарских	16
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 зачету	23,8

Форма(ы) контроля: зачет: 9 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/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	<p>Введение. Структурно-функциональные особенности биокатализа</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	2		3	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература:1,2</p>	<p>Классификация ферментов. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.</p>	<p>Оценка устных ответов, тестирование</p>
2.	<p>Ферменты в экстремальных условиях</p> <p>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. Ферментативные, химические и</p>	18	2	2	8	5	<p>Основная литература: 3,4</p> <p>Дополнительная литература:2,4</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.</p>	<p>КЛ КПТ</p>

	<p>электрохимические методы регенерации. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов.</p>							<p>Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.</p>	
3.	<p>Ферментативный микроанализ. Медицинская энзимология</p> <p>Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии.</p>	18	2	4	8	5	<p>Основная литература: 1,3</p> <p>Дополнительная литература: 1-5</p>	<p>Ферментативный микроанализ. Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном микроанализе. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуноферментные датчики. Биоломинесцентный микроанализ.</p>	КЛ ПР
	<p>Ферменты в пищевой промышленности</p> <p>Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Технологическая схема производства. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, β-галактозидаз.</p>	12,8	2	4		5,8	<p>Основная литература: 1,4</p> <p>Дополнительная литература: 1-5</p>	<p>Ферменты в фармацевтической промышленности. Технологическая схема производства. Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы. Перспективы развития индустриального биокатализа.</p>	КЛ КПТ

	<p>Индустриальный биокатализ. Использование ферментов в тонком химическом синтезе</p> <p>Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью аминоксилазы. Биохимическая основа процесса.</p> <p>Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы.</p>	14	2	4		5	<p>Основная литература: 1,4</p> <p>Дополнительная литература:1-5</p>	<p>Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов</p> <p>Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.</p> <p>Каталитические антитела (абзимы). Черты сходства и отличия абзимов и ферментов. Способы получения абзимов. Практическое значение абзимов. Рибозимы.</p> <p>Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.</p>	КЛ КПТ
	Всего часов:	72	16	16	16	23,8			