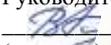
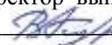




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНСТИТУТ НАУК О ЖИЗНИ И БИОМЕДИЦИНЫ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

(подпись) В.В. Кумейко
«20» декабря 2021 г. (ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
Директор выпускающего структурного подразделения

(подпись) В.В. Кумейко
«20» декабря 2021 г. (И.О. Фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Белковая инженерия
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
(Молекулярная биотехнология)
Форма подготовки: очная

курс 3 семестр 6
лекции 36 час.
практические занятия 00 час.
лабораторные работы 36 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021г. №736.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии протокол от «20» декабря 2021 г. № 1

Директор Департамента реализующего структурного подразделения канд. биол. наук, доцент В.В. Кумейко
Составители: ассистент Жменя В.М.

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 2021 г. № ____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 2021 г. № ____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 2021 г. № ____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 2021 г. № ____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 2021 г. № ____

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: Формирование базовых представлений об использовании биохимических и молекулярно-биологических методов, конструирования и синтеза новых неприродных белков. Полученные представления являются принципиально значимыми для проектирования и создания новых биоматериалов и биоинженерных конструкций.

Задачи:

1. Дать представление о структурной организации белковых молекул и формировании их пространственной структуры, необходимое для освоения практических методов белковой инженерии;

2. Рассмотреть существующие инструменты и подходы, используемые при конструировании белковых молекул, современные методы изучения белковых молекул и сайт-направленный мутагенез.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-4 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне
		ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга
		ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма
		ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.
	Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.
	Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.
ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.
	Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.
	Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.
ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма
	Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.
	Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.
ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом	Знает структуру и функции генов и геномов.
	Умеет проводить структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом.
	Владеет навыками анализа структуры и функции генов и геномов, с помощью базовых биоинформатических инструментов.

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы (144 академических часов), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции

Лек электр.	Лекции в интерактивной форме
Лаб	Лабораторные работы
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
	И прочие виды работ

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Предмет, цели и задачи Инженерной энзимологии	6	2	-	-	-	2	-	Вопросы к экзамену
2	Раздел 2. Технология ферментных препаратов	6	6	6	-	-	6	-	Вопросы к экзамену
3	Раздел 3. Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток	6	2	6	-	-	2	-	Вопросы к экзамену
4	Раздел 4. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами	6	4	4	-	-	4	-	Вопросы к экзамену
5	Раздел 5. Ферменты в нетрадиционных средах	6	2	4	-	-	2	-	Вопросы к экзамену
6	Раздел 6. Ферменты в органическом синтезе	6	6	4	-	-	6	-	Вопросы к экзамену
7	Раздел 7. Ферменты в аналитической химии и медицине	6	4	4	-	-	4	-	Вопросы к экзамену
8	Раздел 8. Ферменты в пищевой промышленности	6	6	6	-	-	6	-	Вопросы к экзамену

9	Раздел 9. Биокаталитические методы защиты окружающей среды	6	4	6	-	-	4	-	Вопросы к экзамену
	Итого:		36	36	-	-	36	-36	экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (36 часов)

Раздел 1. Предмет, цели и задачи Инженерной энзимологии – 2 час

Тема 1. Предмет, цели и задачи Инженерной энзимологии

- Белковая инженерия как наука. Задачи инженерной энзимологии.

Направления использования ферментных препаратов. Перспективы развития инженерной энзимологии.

Раздел 2. Технология ферментных препаратов – 6 час

Тема 1. Ферменты. Структура и свойства. Классификация ферментов.

Тема 2. Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов.

Тема 3. Получение сухих ферментных препаратов.

Раздел 3. Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток- 2 час

Тема 1. Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток

- Носители. Химические и физические методы иммобилизации ферментов. Свойства иммобилизованных ферментов.

Раздел 4. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами – 4 час

Тема 1. Химическая модификация.

Тема 2. Комбинаторные методы, генетическая и белковая инженерия, методы направленной эволюции.

Раздел 5. Ферменты в нетрадиционных средах – 2 час

Тема 1. Ферменты в нетрадиционных средах

Мицеллярная энзимология. Включение ферментов в обращенные мицеллы.

Раздел 6. Ферменты в органическом синтезе – 6 час

Тема 1. Методы повышения выхода целевого продукта.

Тема 2. Изменение ионного состояния реагентов.

Тема 3. Синтез эфиров аминокислот, природных аминокислот аспартама, непротеиногенных аминокислот, получение акриламида, синтез яблочной кислоты, лактамных антибиотиков простагландинов.

Раздел 7. Ферменты в аналитической химии и медицине – 4 час

Тема 1. Ферментативный анализ метаболитов. Биосенсоры. Иммуноферментный анализ.

Тема 2. Полимеразная цепная реакция. Билюминисцентный микроанализ. Ферменты коррекции пищеварения. Ферменты наружного применения. Тромболитические ферменты.

Раздел 8. Ферменты в пищевой промышленности – 6 час

Тема 1. Практическое использование ферментов в пищевой промышленности.

Тема 2. Этапы технологических процессов и технологические цели применения ферментов

Раздел 9. Биокаталитические методы защиты окружающей среды- 4 час

Тема 1. Понятие экобиокатализа. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов.

Тема 2. Особенности кинетики биокаталитических процессов деструкции ксенобиотиков. Механизмы кинетики деструкции ксенобиотиков. Адаптация микроорганизма к ксенобиотику. Ассоциация микроорганизмов. Реализация «невозможных» химических реакций.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (36 часов)

Лабораторная работа 1. Проектная методика (МАО) Приготовление и использование ферментных препаратов – 6 час

Цель работы: ознакомиться с различными видами ферментов, специфичностью их действия.

Задачи: ознакомиться с видами и специфичностью действия различных ферментов, способах получения ферментов; определить глубину ферментализации сырья в зависимости от типа фермента.

Лабораторная работа 2. Регулирование процесса ферментативного гидролиза белков животного происхождения – 6 час

Цель работы: изучить влияние различных ферментных препаратов на процесс ферментативного гидролиза белков, влияние предварительной обработки на глубину гидролиза, влияние pH, температуры.

Задачи: получить представление о влиянии факторов технологического процесса и предварительной обработки сырья на процесс ферментолиза; определить глубину ферментолиза белка методом формольного титрования.

Лабораторная работа 3. Микробиологический и биохимический контроль производства ферментных препаратов – 4 час

Цель работы: Ознакомиться с особенностями микробиологического и биохимического контроля производства ферментных препаратов.

Задачи:

- изучить методы микробиологического контроля производства ферментных препаратов;
- изучить методы биохимического контроля производства ферментных препаратов.
- освоить схемы проведения санитарно-микробиологического контроля производства и продукции.

Лабораторная работа 4. Стандартизация и сертификация ферментных препаратов – 4 час

Цель работы: ознакомиться с особенностями стандартизации и сертификации ферментных препаратов.

Задачи: ознакомиться с особенностями подтверждения соответствия ферментных препаратов, сформировать комплект подтверждающей качество документации

Лабораторная работа 5. Решение задач по теме «Кинетика ферментативных реакций» – 4 час

Цель работы: Определение константы Михаэлиса – Ментен и предельной (максимальной) скорости реакции из опытных данных. Конкурентное и неконкурентное ингибирование. Ингибирование субстратом. В результате проведения лабораторной работы студент должен:

Задачи: научиться определять константы Михаэлиса – Ментен и предельной (максимальной) скорости реакции из опытных данных.

Лабораторная работа 6. Проблемное обучение Определение протеолитической активности в биологических объектах и изучение влияния ингибиторов на протеазы различных типов – 6 час

Цель работы: Определить протеолитическую активность ферментов в биологических объектах животного и растительного происхождения и изучить влияния ингибиторов на протеазы различных типов.

Задачи: получить представление о протеолитической активности ферментов в биологических объектах животного и растительного происхождения, освоить способы их выделения, изучить влияния ингибиторов на протеазы различных типов.

Лабораторная работа 7. Проектная методика Применение ферментных препаратов при производстве продуктов пищевой биотехнологии – 6 час

Цель работы: изучить технологию производства рассольных сыров.

Задачи: ознакомиться с этапами технологии производств рассольных сыров, изучить роль ферментного препарата в данной технологии.

Самостоятельная работа

Примерная тематика эссе, реферативных работ по дисциплине «Белковая инженерия»

1. Физико-химические и биохимические закономерности биокатализа
2. Способы стабилизации и регенерации ферментативных систем, применяемых в биотехнологии
3. Структурные и термодинамические основы функционирования ферментов в экстремальных условиях
4. Использование биокатализа в науке
5. Современные технологические схемы индустриального биокатализа
6. Принципы создания биокатализаторов с заданными свойствами
7. Современные информационные технологии, используемые в инженерной энзимологии
8. Новейшие достижения и перспективы развития инженерной энзимологии
9. Использование биокатализа в медицине
10. Использование биокатализа в технике
11. Использование биокатализа в пищевой промышленности
12. Уникальные ферменты гидробионтов
13. Перспективы применения ферментов
14. Ферментные препараты, особенности получения, применения.
15. Продуценты и среды. Типы ферментационных процессов (твердофазное поверхностное и глубинное). Технологический цикл и стадийность процесса производства ферментов.
16. Методы выделения и очистки ферментов
17. Особенности иммобилизованных ферментов
18. Методы подложек и методов иммобилизации ферментов. Адсорбция, включение в гели, химическая сшивка и присоединение.
19. Характеристика процессов и аппаратов для использования иммобилизованных ферментов.
20. Промышленные процессы получения целевых продуктов на основе

иммобилизованных ферментов

21. Биологические микроустройства. Типы ферментных электродов. Биолюминесцентный микроанализ.

22. Биотехнологические методы переработки городских и промышленных стоков. Конструкция и принцип действия промышленных биофильтров и аэротенков.

23. Ингибиторы ферментативных реакций: определение, классификация, примеры.

24. Влияние ингибиторов на основные кинетические параметры.

25. Ферменты – маркеры.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Белковая инженерия» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристику заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Предмет, цели и задачи инженерной энзимологии	ПК-4.1	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Устный опрос	Экзамен
			Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.		

			Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.		
2	Технология ферментных препаратов	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Тест	Экзамен
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		
3	Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток	ПК-4.4, ПК-4.3	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Устный опрос	Экзамен
			Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.		
			Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов		

			функционирования в живой клетке.		
4	Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Устный опрос	Экзамен
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		
5	Ферменты в нетрадиционных средах	ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Тест	Экзамен
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		

6	Ферменты в органическом синтезе	ПК-4.3	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Тест	Экзамен
			Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.		
			Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.		
7	Ферменты в аналитической химии и медицине	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Устный опрос	Экзамен
			Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.		
			Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.		
8	Ферменты в пищевой промышленности	ПК-4.1	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Реферат	Экзамен

			<p>Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.</p> <p>Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.</p>		
9	Биокаталитические методы защиты окружающей среды	ПК-4.2	<p>Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.</p> <p>Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.</p> <p>Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.</p>	Устный опрос	Экзамен

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Организация биотехнологического производства: учебное пособие для вузов / А. А. Красноштанова [и др.] ; под редакцией А. А. Красноштановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 170 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-13029-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519139>

2. Редактирование генов и геномов [Д.Ю. Гущин, Е.И. Устьянцева, С.П. Медведнев, Е.К. Хлесткина и др.] ; отв. ред.: С.М. Закиян [и др.] ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Федер. исслед. центр Ин-т цитологии и генетики Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, Новосиб. гос. ун-т [и др.]. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2016.

3. Биоорганическая химия : учебное пособие для вузов / Н. Н. Мочульская, Н. Е. Максимова, В. В. Емельянов ; под научной редакцией В. Н. Чарушина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08085-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514321>

4. Коницев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коницев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517095>

5. Иванищев, В. В. Молекулярная биология : учебник / В.В. Иванищев. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — (Высшее образование). — 225 с. — DOI: <https://doi.org/10.12737/1731-9>. - ISBN 978-5-369-01731-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1019421>

6. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и геновая инженерия : практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032111>

7. Приходько, Н. А. Основы биоинженерии : учебно-методическое пособие / Н. А. Приходько, А. М. Есимова, Ж. К. Надирова. — Алматы : Нур-Принт, 2014. — 146 с. — ISBN 9965-894-20-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69157.html>

8. Плакунов, В. К. Основы энзимологии : учебное пособие / В. К. Плакунов. - Москва : Логос, 2020. - 128 с. - ISBN 978-5-94010-027-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1213096>

Дополнительная литература

1. Бернхард, С. Структура и функция ферментов / С. Бернхард; пер. с англ. Л.М. Линдмана, И.И. Рипановича. — Москва: Мир, 1971. — 334 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:81732&theme=FEFU>

2. Варфоломеев, С.Д. Химическая энзимология: учебник / С.Д. Варфоломеев. – Москва: Академия, 2005. – 473 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237346&theme=FEFU>

3. Гамаюрова В.С. Ферменты [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Гамаюрова В.С., Зиновьева М.Е. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 278 с. – Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/63527.html>. – ЭБС «IPRbooks»

4. Плакунов, В.К. Основы энзимологии: учебное пособие / В.К. Плакунов. – Москва: Логос, 2001. – 127 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:17063&theme=FEFU>

5. Салогуб, Е.В. Химические основы биологических процессов: учебное пособие / Е.В. Салогуб, Т.В. Иванова; Забайкальский государственный университет. – Чита: Изд-во Забайкальского университета, 2016. – 216 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:847226&theme=FEFU>

9. Теоретические и практические основы биотехнологии дрожжей: учебное пособие для вузов / Л. В. Римарева. Москва: ДеЛи принт, 2010. – 251 с. (9 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:358974&theme=FEFU>

6. Шлейкин, А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 106 с. – Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/65803.html>. – ЭБС «IPRbooks»

7. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. А.А. Виноградовой, А.А. Синюшина. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 324 с.,
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797469&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека
2. <http://molbiol.ru/> - информационный ресурс по молекулярной биологии
3. <http://macroevolution.narod.ru/> - электронный ресурс по эволюционной биологии.
4. <http://science.km.ru/> - электронный ресурс по разным разделам биологии
5. <http://elementy.ru/> - информационно-познавательный ресурс, посвященный естественным наукам.

6. <http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система **IPRbooks**.

7. <http://znanium.com/> - ЭБС "Znanium".

8. <https://nplus1.ru/> - N+1, научно-популярное интернет-издание о науке, технике и технологиях

9. <http://antropogenez.ru/> - научно-популярный информационный ресурс об эволюции человека

10. <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/basic?sid=851485f8-6200-4b3e-aaab-df4ba7be3576@sessionmgr4008&vid=1&tid=2003EB> – коллекция книг по различным разделам из базы данных EBSCOhost.

11. <http://rosalind.info/problems/locations/> - ресурс для самостоятельного изучения биоинформатики Rosalind.

12. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - сайт Национального Центра биотехнологической информации NCBI.

13. <http://www.mendeley.com/> - *Mendeley*: Free reference manager and PDF organizer; программа-библиотекарь.

14. <http://www.ebi.ac.uk> - сайт Европейского института биоинформатики

15. <http://www.scopus.com> – библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus

16. <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/> библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Microsoft Office Professional Plus 2013 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);

2. 7Zip 16.04 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;

3. Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;

4. AutoCAD Electrical 2015 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;

5. ESET Endpoint Security 5 - комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии;

6. WinDjView 2.0.2 - программа для распознавания и просмотра файлов с одноименным форматом DJV и DjVu; SolidWorks 2016 - программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства

7. Компас-3D LT V12 - трёхмерная система моделирования

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции

Лекция - основная активная форма проведения аудиторных занятий, разъяснение основополагающих и наиболее трудных теоретических разделов молекулярной биологии и теории генной инженерии, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента и особенно важна для освоения предмета. Лекция всегда должна носить познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать главную информацию, желательно собственными формулировками, что позволяет лучше запомнить материал. Конспект является полезным в том случае, когда он пишется студентом самостоятельно.

В лекции преподаватель дает лишь небольшую долю материала по тем или другим темам, которые излагаются в учебниках. Кроме того, преподаватель информирует студентов о том, какие дополнительные сведения могут быть получены по обсуждаемым темам, и из каких источников. Поэтому при работе с конспектом лекций всегда необходимо использовать основные учебники, дополнительную литературу и другие рекомендованные источники по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

Для изложения лекционного курса по дисциплине «Белковая инженерия» в качестве форм активного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, которые строятся на базе знаний, полученных студентами в рамках предшествующих курсу предметов. Для иллюстрации словесной информации применяются электронные презентации, таблицы, видеофайлы, схемы на доске. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные вопросы или вопросы с элементами дискуссии.

Лекция – визуализация

Чтение лекции сопровождается показом таблиц, электронных презентаций, видеофайлов – подобное комбинирование способов подачи информации существенно упрощает ее освоение студентами. Словесное изложение материал должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем на доске, таблицах, слайдах, позволяет формировать проблемные вопросы, и способствуют развитию профессионального мышления будущих специалистов.

Лекция - беседа

Лекция-беседа, «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной формой активного обучения и позволяет вовлекать студентов в учебный процесс, так как возникает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного или информационного характера или когда им предлагается самим задать преподавателю вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ; другой может его дополнить. В ходе учебного процесса это позволяет выявить наиболее активных студентов и активизировать тех, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь студентов в рабочий процесс, привлечь их внимание, стимулировать мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала, а также определять наиболее интересующие студентов темы, с целью возможной корректировки формы преподаваемого материала.

Лабораторные работы

Применяются для проведения учащимися опытов, экспериментов, наблюдений за явлениями, процессами преимущественно в условиях специальных лабораторий, кабинетов и с применением технических средств. Этот метод стимулирует активность действий как на стадии подготовки к проведению исследований, так и в процессе его осуществления. Лабораторные работы повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у студентов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения лабораторных работ углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Приобретаются навыки работы с микроскопами, таблицами и атласами. Студент учится анализировать полученные данные, выявлять норму и отклонение от нее, приобретает навыки работы с живым объектом и физиологическими приборами измерения, осуществления операций, проводить сравнительный анализ, обобщать полученный материал и делать выводы. Все это позволяет глубже понять механизмы функционирования живого организма и принципы его взаимодействия с окружающей средой. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

Традиционно лабораторные занятия являются основным видом учебных занятий, направленных на экспериментальное подтверждение теоретических положений. В процессе лабораторного занятия студенты выполняют одну или несколько лабораторных работ (заданий) под руководством преподавателя в

соответствии с изучаемым содержанием учебного материала. Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений принять полученные знания в практической деятельности;
- развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
- выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.

Необходимые структурные элементы лабораторного занятия:

- инструктаж, проводимый преподавателем;
- самостоятельная деятельность студентов;
- обсуждение итогов выполнения лабораторной работы (задания).

Перед выполнением лабораторного задания (работы) проводится проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторное задание (работа) может носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие **репродуктивный** характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудования, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировок) контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, настоящие **частично-поисковый** характер, отличаются тем, что при проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не задан порядок выполнения необходимых действий, от студентов требуется самостоятельный подбор оборудования, выбор способов выполнения работы, инструктивной и справочной литературы.

Работы, носящие **поисковый** характер, отличаются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формы организации студентов для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется

бригадами по 2-5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Результаты выполнения лабораторного задания (работы) оформляются студентами в виде отчета, оценки за выполнение лабораторного задания (работы) являются показателями текущей успеваемости студентов по учебной дисциплине.

Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

Коллоквиумы

Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, диспут, пресс-конференция.

Развернутая беседа предполагает подготовку студентов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся студентами по заранее предложенной тематике.

Диспут в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

Пресс-конференция. Преподаватель поручает нескольким студентам подготовить краткие (тезисные) сообщения. После докладов студенты задают вопросы, на которые отвечают докладчики и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов развертывается творческая дискуссия вместе с преподавателем.

Метод ситуационных задач (case study). Метод case-study (от английского case – случай, ситуация) – метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов). Метод конкретных ситуаций (метод case-study) относится к неигровым имитационным активным методам обучения и

рассматривается как инструмент, позволяющий применить теоретические знания к решению практических задач. В конце занятия преподаватель рассказывает ряд ситуаций и предлагает найти решения для тех проблем, которые озвучены в них. При этом сама проблема не имеет однозначных решений. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Благодаря полученным на лекции знаниям, учащемуся легко соотносить получаемый теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Будучи интерактивным методом обучения, он завоевывает позитивное отношение со стороны студентов, которые видят в нем возможность проявить инициативу, почувствовать самостоятельность в освоении теоретических положений и овладении практическими навыками. Не менее важно и то, что анализ ситуаций довольно сильно воздействует на профессионализацию студентов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе. Метод направлен не столько на освоение конкретных знаний, или умений, сколько на развитие общего интеллектуального и коммуникативного потенциала студента и преподавателя.

Это метод обучения, предназначенный для совершенствования навыков и получения опыта в следующих областях:

- выявление, отбор и решение проблем;
- работа с информацией – осмысление значения деталей, описанных в ситуации;
- анализ и синтез информации и аргументов;
- работа с предположениями и заключениями;
- оценка альтернатив;
- принятие решений;
- слушание и понимание других людей — навыки групповой работы. Основная функция кейс-метода учить студентов решать сложные неструктурированные проблемы, которые невозможно решить аналитическим способом. Кейс активизирует студентов, развивает аналитические и коммуникативные способности, оставляя обучаемых один на один с реальными ситуациями.

Учебный кейс предназначен для повышения эффективности образовательной деятельности: в качестве иллюстрации для решения определенной проблемы, объяснения того или иного явления, изучения особенностей его проявлений в реальной жизни, развития компетенция, направленных на разрешение различных жизненных и производственных ситуаций (использование кейса предполагает индивидуальную и групповую работу обучающихся).

Мозговой штурм (мозговая атака, брейнсторминг) - широко применяемый способ продуцирования новых идей для решения научных и практических проблем. Его цель – организация коллективной мыслительной деятельности по поиску нетрадиционных путей решения проблем.

Использование метода мозгового штурма в учебном процессе позволяет

- творческое усвоение студентами учебного материала;
- связь теоретических знаний с практикой;
- активизация учебно-познавательной деятельности обучаемых;
- формирование способности концентрировать внимание и мыслительные усилия на решении актуальной задачи;
- формирование опыта коллективной мыслительной деятельности.

Проблема, формулируемая на занятии по методике мозгового штурма, должна иметь теоретическую или практическую актуальность и вызывать активный интерес студентов. Общим требованием, которое необходимо учитывать при выборе проблемы для мозгового штурма – возможность многих неоднозначных вариантов решения проблемы, которая выдвигается перед учащимися как учебная задача.

Контрольные работы и тестирование

Текущий контроль усвоения материала оценивается по устным ответам, контрольным работам, а также бумажного тестирования.

Из оценок лабораторных, коллоквиумов, контрольных работ и тестирования в основном складывается оценка по данной дисциплине.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, ауд. М 605	Мультимедийная аудитория: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI	-

	<p>Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокмутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3- 1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64- bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty</p>	
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, ауд. М 422</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Моноблок HP ProOne 400 G1 AiO 19.5" Intel Core i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB; Экран проекционный Projecta Elpro Electrol, 300x173 см; Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080; Врезной интерфейс с системой автоматического втягивания кабелей TLS TAM 201 Stan; Документ- камера AVervision CP355AF; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона</p>	<p>-</p>

	<p>Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; Кодек видеоконференцсвязи LifeSizeExpress 220-Codeconly- Non-AES; Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718; Две ЖК-панели 47", Full HD, LG M4716CCBA; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; централизованное бесперебойное обеспечение электропитанием</p>	
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, ауд. М 627</p>	<p>Микроскоп световой Carl Zeiss GmbH Primo Star 3144014501 (13 шт.); Микроскоп световой с цифровой камерой Альтами БИО8 (2 шт).</p>	-
<p>Компьютерный класс Школы биомедицины ауд. М723, 15 рабочих мест</p>	<p>Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900),</p>	-

	Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty	
--	--	--

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Предмет, цели и задачи инженерной энзимологии	ПК-4.1	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Устный опрос	Вопросы к экзамену
			Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.		
			Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.		
2	Технология ферментных препаратов	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Тест	Вопросы к экзамену
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		

3	Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток	ПК-4.4, ПК-4.3	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Устный опрос	Вопросы к экзамену
			Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.		
			Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.		
4	Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Устный опрос	Вопросы к экзамену
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		
5	Ферменты в нетрадиционных средах	ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Тест	Вопросы к экзамену
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		

			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		
6	Ферменты в органическом синтезе	ПК-4.3	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Тест	Вопросы к экзамену
			Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.		
			Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.		
7	Ферменты в аналитической химии и медицине	ПК-4.1, ПК-4.2	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Устный опрос	Вопросы к экзамену
			Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.		
			Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.		
8	Ферменты в пищевой промышленности	ПК-4.1	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Реферат	Вопросы к экзамену

			Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.		
			Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.		
9	Биокаталитические методы защиты окружающей среды	ПК-4.2	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Устный опрос	Вопросы к экзамену
			Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.		
			Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.		

Код и формулировка индикаторов компетенции	Этапы формирования		Критерии	Показатели	Баллы
ПК-4.1 Изучает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы	Знает	Знает структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	Знание структур и функций биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне.	способность дать характеристику структур и функций биополимеров, их компоненты и комплексы, механизмы хранения, передачи и реализации	61-75

хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном уровне				генетической информации на молекулярном уровне.	
	Умеет	Умеет анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.	умение анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.	способность анализировать структуру и функции биополимеров, их компоненты и комплексы.	76-85
	Навыки	Владеет навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.	Владение навыками анализа информации о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.	Способность анализировать информацию о структуре и свойствах биополимеров, передаче и воспроизведении наследственной информации, синтезе белка, регуляции этих процессов.	86-100
ПК-4.2 Детально характеризует основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга	Знает	Знает основные процессы, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Знание основ процессов, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	Способность дать характеристику процессов, протекающие в живой клетке: процессы репликации, транскрипции, трансляции, рекомбинации, репарации, процессинга РНК и белков, белкового фолдинга и докинга.	61-75
	Умеет	Умеет характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.	Умение характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.	Способность характеризовать молекулярные основы наследственности, технологии рекомбинантных ДНК, анатомию, экспрессию и регуляцию активности генов.	76-85

	Навыки	Владеет навыками методологическими основами молекулярной биологии.	Владение навыками методологическими основами молекулярной биологии.	Способность характеризовать методологические основы молекулярной биологии.	86-100
ПК-4.3 Исследует основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Знает	Знает основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Знание основных способов межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	Способность дать основную характеристику межмолекулярным взаимодействиям и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма	61-75
	Умеет	Умеет исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.	Умение исследовать основные межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.	Способность исследовать основные способы межмолекулярных взаимодействий и взаимную регуляцию процессов функционирования живой клетки.	76-85
	Навыки	Владеет навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.	Владение навыками оценки межмолекулярных взаимодействий и регуляции процессов функционирования в живой клетке.	Способность оценивать межмолекулярные взаимодействия и регуляции процессов функционирования в живой клетке.	86-100
ПК-4.4 Анализирует структуру и функции генов и	Знает	Знает структуру и функции генов и геномов.	Знание структуру и функции генов и геномов.	Способность дать основную характеристику структуры и функции генов и геномов.	61-75

геномов, проводит структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом	Умеет	Умеет проводить структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом.	Умение проводить структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом.	Способность проводить структурно-функциональный анализ отдельных белков и протеома в целом.	76-85
	Навыки	Владеет навыками анализа структуры и функции генов и геномов, с помощью базовых биоинформатических инструментов.	Владение навыками анализа структуры и функции генов и геномов, с помощью базовых биоинформатических инструментов.	Способность анализировать структуру и функции генов и геномов, с помощью базовых биоинформатических инструментов.	86-100

Примеры заданий текущего контроля

Тестирование.

Тестирование является наиболее эффективной и объективной формой оценивания знаний, умений и навыков, позволяющей выявлять не только уровень учебных достижений, но и структуру знаний, степень ее отклонения от нормы. Тестирование предполагает стандартизованную, выверенную процедуру сбора и обработки данных, а также их интерпретацию, позволяет проверить знания обучающихся по широкому спектру вопросов. Тестирование исключает субъективизм преподавателя, как в процессе контроля, так и в процессе оценки.

ВАРИАНТ 1

1. Что такое Белковая инженерия?

а. Это область биотехнологии, которая сочетает в себе достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии.

б. Это наука о химическом составе живых клеток и организмов и о лежащих в основе их жизнедеятельности химических процессах.

в. Это комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров.

г. Это прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги.

2. Что из нижеперечисленного не является целями инженерной энзимологии?

а. Получение нового продукта.

б. Изучение сырьевых проблем, видов и источников энергии, применяемых в химических производствах.

в. Улучшение качества уже имеющихся продуктов.

г. Улучшение технико-экономических показателей по сравнению с аналогами.

3. Каково строение ферментов?

а. Ферменты могут состоять только из остатков аминокислот.

б. Ферменты могут содержать только группы небелковой природы.

в. Ферменты состоят из глицерина и остатков жирных кислот.

г. Ферменты могут быть как однокомпонентные так и многокомпонентные, т.е. могут содержать как только остатки аминокислот, так и группы небелковой природы.

4. Если в состав фермента входит неорганическое вещество, например ионы металлов, то как в данном случае будет называться данная группа небелковой природы?

- а. Ионная группа
- б. Ковалентная группа
- в. Простетическая группа
- г. Гликозидная группа

5. Выберите правильную характеристику простетической группы:

- а. Она неотделима от белковой части.
- б. Она легко отделяется от белковой части и не способна самостоятельно существовать.
- в. Она легко отделяется от белковой части и способна самостоятельно существовать.
- г. Ничего из вышеперечисленного.

6. Каково альтернативное наименование белковой части фермента?

- а. Холофермент
- б. Кофактор
- в. Энзим
- г. Апофермент

7. Какое влияние оказывает добавочная группа на фермент?

- а. Она делает белковую часть фермента более уязвимой к действию различных реагентов.
- б. Она дестабилизирует всю молекулу фермента.
- в. Она стабилизирует белковую часть и делает её менее уязвимой к действию денатурирующих агентов.
- г. Добавочная группа не оказывает заметного влияния на фермент.

8. Что такое субстратный центр простого фермента?

- а. Это сочетание нескольких остатков аминокислот, которые расположены на разных участках полипептидной цепи.
- б. Это участок, который ответственен за связывание субстрата.

в. Это та его часть, к которой присоединяется субстрат и от которой зависят каталитические свойства фермента.

г. Ничего из вышеперечисленного.

9. Что такое каталитический центр фермента?

а. Это сочетание нескольких остатков аминокислот, которые расположены на разных участках полипептидной цепи.

б. Это участок, который ответственен за связывание субстрата.

в. Это участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому какого-либо низкомолекулярного вещества происходит изменение третичной структуры фермента и соответственно изменение его активности.

г. Ничего из вышеперечисленного.

10. На какое количество классов, согласно современной классификации, подразделяются ферменты?

а. 7

б. 10

в. 6

г. 4

11. Какой класс ферментов катализирует внутримолекулярные перестройки?

а. Трансферазы

б. Лиазы

в. Гидролазы

г. Изомеразы

12. Какое количество индексов присваивается ферменту согласно системе индексирования?

а. 5

б. 4

в. 3

г. 6

13. С помощью какого параметра судят об активности фермента?

а. По скорости ферментативной реакции.

б. По концентрации фермента

в. По времени реакции

г. По наличию ингибиторов в реакционной среде.

14. Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются:

- а. Гомополисахариды
- б. Гетерополисахариды
- в. Нуклеиновые кислоты
- г. Белки
- д. Полисахариды

15. Иммобилизация целых клеток-продуцентов лекарственных веществ нерациональна в случае

- а. Высокой лабильности целевого продукта
- б. Использования целевого продукта только в инъекционной форме
- в. Внутриклеточной локализации целевого продукта
- г. Высокой гидрофильности целевого продукта
- д. Высокой гидрофобности целевого продукта

16. Колоночный биореактор для иммобилизации целых клеток должен отличаться от реактора для иммобилизации ферментов

- а. Большим диаметром колонки
- б. Отводом газов
- в. Более быстрым движением растворителя
- г. Формой частиц нерастворимого носителя
- д. Размерами частиц нерастворимого носителя

17. Ретроингибирование конечным продуктом при биосинтезе биологически активных веществ – это подавление:

- а. Последнего фермента в метаболической цепи
- б. Начального фермента в метаболической цепи
- в. Всех ферментов в метаболической цепи
- г. Транскрипции
- д. Трансляции

ВАРИАНТ 2

1. Какова задача инженерной энзимологии?

а. Выяснение функционального, то есть биологического назначения всех химических веществ и физико-химических процессов в живом организме, а также механизм нарушения этих функций при разных заболеваниях.

б. Изучение механизма действия и влияния лекарственных веществ на органы и системы организма.

в. Разработка биотехнологических процессов, в которых используется каталитическое действие ферментов, выделенных из состава биологических систем или находящихся внутри клеток, лишенных способности расти.

г. Сочетание в единой технологической системе разнообразных химически превращений с физико-химическими и механическими процессами.

2. Что характерно для реакции ферментативного катализа?

а. Высокая эффективность, строгая избирательность и направленность действия, субстратная специфичность, тонкая регуляция.

б. Только субстратная специфичность.

в. Только строгая избирательность и направленность действия.

г. Ничего из вышеперечисленного.

3. Как называется группа небелковой природы, входящая в состав ферментов?

а. Апофермент.

б. Кофактор.

в. Простетическая группа.

г. Холофермент.

4. Если в состав фермента входит органическое вещество, например витамины, как в данном случае будет называться данная группа небелковой природы?

а. Кофермент

б. Холофермент

в. Кофактор

г. Простетическая группа

5. Выберите неверную характеристику кофермента:

а. Кофермент легко отделяется от белковой части.

б. Кофермент, будучи отделенным от апофермента, способен самостоятельно существовать.

в. Кофермент – это неотделимая часть белковой части фермента.

г. Кофермент – это органическое вещество.

6. Холофермент – это совместное образование каких двух групп фермента?

а. Небелковая часть + кофактор

б. Апофермент + кофактор

в. Кофактор + кофермент

г. Простетическая группа + кофермент

7. Что такое активный центр фермента?

а. Это та его часть, к которой присоединяется субстрат и от которой зависят каталитические свойства фермента.

б. Это участок, который ответственен за связывание субстрата.

в. Это сочетание нескольких остатков аминокислот, которые расположены на разных участках полипептидной цепи.

г. Это участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому какого-либо низкомолекулярного вещества происходит изменение третичной структуры фермента и соответственно изменение его активности.

8. За счет каких связей происходит прикрепление субстрата к ферменту?

а. Исключительно водородных

б. Исключительно ионных

в. Только за счет ковалентной связи

г. За счет ионных и водородных.

9. Что такое аллостерический центр фермента?

а. Это сочетание нескольких остатков аминокислот, которые расположены на разных участках полипептидной цепи.

б. Это участок, который ответственен за связывание субстрата.

в. Это участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому какого-либо низкомолекулярного вещества происходит изменение третичной структуры фермента и соответственно изменение его активности.

г. Ничего из вышеперечисленного.

10. Какой класс ферментов катализирует перенос атомов водорода, кислорода и электронов от одного вещества – другому?

- а. Трансферазы
- б. Оксидоредуктазы
- в. Лигазы
- г. Изомеразы

11. На основании чего складывается современная номенклатура энзимов?

а. На основе тривиальной номенклатуры, названии субстрата + окончание -аза, реакции, в которую вступает фермент + окончание -аза, на основе рационального названия и индексирования ферментов.

б. Только на основании тривиальной номенклатуры.

в. Только на основании добавления окончания -аза к названию субстрата или к названию реакции, в которую вступает фермент.

г. Только согласно индексированию ферментов.

12. Что означают первый и второй индексы в системе индексирования ферментов?

а. Под подкласс и порядковый номер фермента в данном под подклассе соответственно.

б. Под подкласс и класс соответственно.

в. Класс и подкласс соответственно.

г. Класс и порядковый номер фермента в данном классе соответственно.

13. Трансферазы осуществляют:

а. Катализ окислительно-восстановительных реакций

б. Перенос функциональных групп на молекулу воды

в. Катализ реакций присоединения по двойным связям

г. Катализ реакций переноса функциональных групп на субстрат

д. Катализ гидролитического расщепления связей

14. Иммобилизация индивидуальных ферментов ограничивается:

а. Высокой лабильностью фермента

б. Наличием у фермента кофермента

в. Наличием у фермента субъединиц

г. Принадлежностью фермента к гидролазам

д. Принадлежностью фермента к лигазам

15. Иммобилизация целых клеток-продуцентов лекарственных веществ нерациональна в случае:

а. Высокой лабильности целевого продукта (лекарственного вещества)

б. Использования целевого продукта только в инъекционной форме

в. Внутриклеточной локализации целевого продукта

г. Высокой гидрофильности целевого продукта

д. Высокой гидрофобности целевого продукта

16. Целями иммобилизации ферментов в биотехнологическом производстве являются:

а. Повышение удельной активности

б. Повышение стабильности

в. Расширение субстратного спектра

г. Многократное использование

д. Всё перечисленное

17. Экономическое преимущество биотехнологического производства, основанного на иммобилизованных биообъектах, перед традиционным обусловлено:

а. Меньшими затратами труда

б. Более дешевым сырьем

в. Многократным использованием биообъекта

г. Ускорением производственного процесса

д. Стабильностью процесса

Устный опрос.

Устный опрос позволяет оценить знания и логику студента, умение использовать терминологию, владение речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Опрос – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Список вопросов к устному опросу

1. Методы клонирования генов в плазмидные конструкторы.

2. Фаговый дисплей. Суть подхода, используемые методы, преимущества и ограничения, примеры.

3. Стратегии фермента как катализатора для осуществления эффективного катализа. Химические реакции в активных центрах белков.

4. Карта Рамачандрана. Парадокс Левинталя. Концепция энергетического ландшафта. RosettaProject.

5. Компьютерный дизайн белков для улучшения их свойств и дизайн DeNovo.
6. Дизайн белок-нуклеиновых взаимодействий на примере гликозилаз.
7. QSAR. Молекулярные дескрипторы. Фармокофоры. Задачи классификации и регрессии. Примеры алгоритмов.
8. Структурные модификации белка методами мутагенеза для целей биотехнологии.
9. Возможные системы для продукции белков.
10. Направленная эволюция. Суть подхода, используемые методы, преимущества и ограничения, примеры.
11. Молекулярный докинг. Scoringfunctions: какие бывают типы функций?

Примеры заданий промежуточного контроля

Список вопросов к экзамену

1. История изучения классификации ферментов.
2. Современная международная номенклатура ЕС – enzyme code.
3. Организации, занимающиеся вопросами классификации и номенклатуры – IUBMB IUPAC.
4. Значение и недостатки единой системы номенклатуры.
5. Классы ферментов, подклассы и подподклассы.
6. Белковые и небелковые ферменты (рибозимы).
7. Простые и сложные ферменты.
8. Холофермент, апофермент, коферменты: кофакторы и простетические группы.
9. Общие механизмы действия кофакторов.
10. Классификация коферментов.
11. Характеристика основных представителей различных групп.
12. Строение активного центра ферментов, субстратсвязывающий и каталитический центр.
13. Методы идентификации активного центра ферментов.
14. Механизмы ферментативной реакции.
15. Понятие ферментативной активности.
16. Способы выражения ферментативной активности.
17. Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние концентрации субстрата.
18. Теория Михаэлиса-Ментен.

19. Способы графического определения константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции.

20. Влияние температуры и pH среды на скорость ферментативных реакций. Ингибиторы ферментов и их классификация.

21. Уровни регуляции ферментативной активности.

22. Регуляция путём изменения количества ферментов и путём изменения их индивидуальной каталитической активности.

23. Экстрагирование ферментов из биологического материала.

24. Кислотная обработка, термическая обработка, фракционирование солями, органическими растворителями, метод избирательной адсорбции, ионообменная хроматография, гельфилтрация, аффинная хроматография, электрофорез, изоэлектрофокусирование, ультрацентрифугирование, кристаллизация.

25. Критерии чистоты ферментных препаратов.

26. Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов.

27. Ферменты – маркеры субклеточных структур.

28. Использование ферментов-маркеров в диагностике и научных исследованиях.

29. Имобилизованные ферменты. Перспективы практического использования

30. Применение ферментов в аналитической химии: метод ПЦР

31. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами

32. Возможности проведения ферментативных реакции в органических растворителях.

33. Важнейшие свойства полимерных носителей, применяющихся для иммобилизации ферментов.

34. Химические и физические методы иммобилизации ферментов.

35. Применение ферментов в аналитической химии: иммуноферментный анализ

36. Ферменты в медицине

37. Ферменты в пищевой промышленности

38. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов.

39. Получение ферментных препаратов из растительного и животного сырья

40. Стандартизация и сертификация ферментных препаратов

**Критерии выставления оценки обучающимся на экзамене
по дисциплине
«Белковая инженерия»**

Баллы (рейтингово й оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85 баллов	<i>«отлично» / зачет</i>	Оценка «зачет/отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«хорошо» / зачет</i>	Оценка «зачет/хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«удовлетворите льно» / зачет</i>	Оценка «зачет/удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«неудовлетвори тельно» / незачет</i>	Оценка «незачет/неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.