|  |
| --- |
| Кафедра естествознания и географииУТВЕРЖДАЮПроректор по учебной и воспитательной работед. фил. н., профессор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.В. Мальцева«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г.**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА** **дисциплины****Б1.О.03.07****ИНЖЕНЕРНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ****Направление подготовки** 19.04.01 – Биотехнология**Магистерская программа** ***Геномика, молекулярная генетика и биоинформатика***г. Санкт-Петербург2023 г. |
| **Лист согласований рабочей программы**Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями:- ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» (уровень магистратуры) утвержденного приказом Министерства образования и науки от 21.11.2014 г. № 1495,- Приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 N 301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;- учебного плана ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина» по направлению **19.04.01 Биотехнология** |

**Составитель**: д.б.н. профессор каф. ЕиГ Терлецкий В.П.

Рассмотрено на заседании кафедры естествознания и географии 28.08.2017 г. (протокол №1, от «28» августа 2017 г.).

Заведующий кафедрой естествознания и географии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Силина Н.И.

Рабочая программа соответствует требованиям к содержанию, структуре, оформлению.

Согласовано:

Зав.библиотекой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.Е.Харитонова

Рекомендовано к использованию в учебном процессе

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пп | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| 1. | ОПК-4 | Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности | ОПК-4.1. Владеет навыками использования современных приборов и технологий, новейших методов исследований в рамках профессиональной деятельности . |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цель дисциплины: сформировать у обучающихся устойчивые знания, умения и навыки в области инженерной биотехнологии, методах иммобилизации ферментов на носителях, различных вариантах проведения биотехнологического синтеза полезных веществ.

Задачи дисциплины:

* усвоение теоретических знаний о структуре и функции ферментов;
* знакомство с основными группами ферментов и механизмом их действия на субстраты;
* изучение кинетических свойств ферментов;
* формирование взглядов на дальнейшее развитие биотехнологических приемов, основанных на иммобилизации ферментов и клеток на твердых носителях
* получение представлений о работе промышленных и лабораторных ферментеров, методах очистки получаемого продукта

Дисциплина «Инженерная биотехнология» реализуется в рамках вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы магистратуры, определяет направленность, является обязательной для освоения обучающихся.

Дисциплина связана с другими дисциплинами: «Генная инженерия», «Клеточная биология». После изучения дисциплины, обучающиеся смогут использовать сформированные компетенции в процессе изучения дисциплин «Клеточная инженерия», «Искусственные хромосомы» и выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР)

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

*(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)*

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад. час |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего**): | 40 |
| В том числе: |  |
| Лекции | 10 |
| Лабораторные занятия (в т.ч. зачет) | 30 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 68 |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет)** |  |
| Общая трудоемкость дисциплины (час/з.е.) | 108/3 |

* Зачет проводится на последнем занятии.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

**4.1. Содержание разделов и тем**

**Тема 1. Исторический экскурс в науку о ферментах**

Первые упоминания об использовании заквасок в производстве. Доказательства белковой природы ферментов. Основные предпосылки формирования знаний об активности ферментов. Ученые, внесшие основной вклад в энзимологию. Развитие энзимологии в историческом аспекте. Современное состояние дел в инженерной энзимологии, роль ферментеров в биотехнологическом производстве.

**Тема 2. Структура ферментов**

Ферменты – это белки, являющимися катализаторами обменных реакций в организме. Апофремент, каталитический центр, ко-фермент.

**Тема 3. Функциональные особенности различных классов ферментов**.

Ферменты требуют определенной температуры и буфера для максимальной скорости реакций. Имеются ферменты, выделенные от термофильных микроорганизмов, требующих высокую темпреатуру (свыше 60 градусов по Цельсию).

**Тема 4. Влияние фолдинга белка на функцию**

После трансляции полипептидные цепи приобретают вторичную и третичную структуру благодаря стереохимическим взаимодействиям между аминокислотными остатками и действию специальных модифицирующих белков – шаперонов.

**Тема 5. Классификация ферментов.**

Согласно международной классификации все ферменты делят на 6 классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы. Каждая из этих гркпп делится на подгруппы. Особенно многичисленной являются гидролазы, которые расщепляют белки и другие органические молекулы.

**Тема 6. Ферменты в органическом синтезе продуктов биотехнологии**.

Уникальные каталитические свойства ферментов позволили использовать их в синтезе целого ряда сложных органических веществ, в т.ч. пищевых продуктов и лекарственных препаратов. Например, широкое распространение поличило производство глюкозо-фруктозных сиропов, ситез аминокислот и т.д.

**Тема 7. Ферменты в здравоохранении.**

Ферменты используют в заместительной терапии в составе лекарственных препаратов. Введение фенилаланин-аммиак-лиазы используют в медицине для симптоматического лечения фенилкетонурии. Растворение тромбов, являющихся главными причинами инфарктов и инсультов, достигается применением протеолитических ферментов. Лизоцим нашел применение в борьбе с инфекциями в очаге поражения. Имеются успешные примеры использования ферментных препаратов в терапии опухолей.

**Тема 8. Использование ферментов в сельском хозяйстве и экологии.**

При очистке сточных вод используют ферментативные свойства микроорганизмов, как аэробных, так и анаэробных. В аэробной очистке применяют технологию активного ила (биопленка). В сельском хозяйстве используют ферменты при производстве кормового лизина и других незаменимых аминокислот, антибиотиков. Разработанные на основе ферментов биосенсоры применяют для детекции малых и свкехмалых концентраций вредных веществ в воздухе, почке,воде и пищевых продуктах.

**Тема 9. Способы иммобилизации ферментов и клеток на матриксе.**

Два принципиальных метода иммобилизации ферментов: физические (без образования устойчивой ковалентной связи с носителем) и химические (с образованием ковалентной связи). В основе физических методов лежит адсорбция. Более распространенным является химическая сшивка фермента с носителем с образованием прочной ковалентной связи. Предотвращение стереохимической деформации фермента достигается включением специальной вставки между ферментом и носителем. С химической точки зрения иммобилизация достигается взаимодействием между аминогруппами, карбоксильными и сульфгидрильными группами фермента и носителя.

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков контактной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** | **Форма проведения занятия** |
| 1. | Тема 1. Введение | Презентация, беседа Демонстрация фильмов, дискуссии по типу круглого стола. выездные занятия на предприятия и ЦСМ, опережающая СРС Оформление методологии и результаты исследования в методические и исследовательские тетрадиЛабораторные занятия Расчетные работы, работа в группах  |
| 2. | Тема 2. Технология ферментных препаратов |
| 3. | Тема 3. Гетерогенные катализаторы на основе иммобилизованных ферментов и клеток. |
| 4. | Тема 4. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами |
| 5. | Тема 5. Ферменты в нетрадиционных средах |
| 6. | Тема 6. Ферменты в органическом синтезе. |
| 7. | Тема 7. Ферменты в аналитической химии |
| 8. | Тема 8.Ферменты в медицине. |
| 9 | Тема 9.Биокаталитические методы защиты окружающей среды. |

**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**5.1. Темы конспектов в методическую тетрадь:**

* Получение ферментного препарата супероксиддисмутазы и определение активности фермента
* Выделение, определение активности и изучение свойств алкогольдегидрогеназы .
* Методы выделения и определения активности гликогенфосфорилазы.
* Методы определения трипсина и изучение его свойств.
* Методы определения активности и свойства лактатдегидрогеназы.
* Ферментативный гидролиз белков молочной сыворотки.

**5.2. Темы конспектов в исследовательскую тетрадь:**

* Сбор материала по теме НИРС и результаты научно исследовательских работ
* Количественные показатели активности супероксиддисмутазы .
* Количественные показатели активности алкогольдегидрогеназы.
* Выделение и активность гликогенфосфорилазы.
* Показатели активности трипсина.
* Показатели ферментативной активности лактатдегидрогеназы.
* Визуализация гидролиза белков в молочной сыворотке в полиакриламидном геле.

**5.3. Вопросы для подготовки к лабораторным занятиям по данной дисциплине:**

* + - 1. Измерение оптической плотности в спектрофотметре.
			2. Как производится флуориметрический анализ.
			3. Показатели биологической роли супероксиддисмутазы.
			4. Классификация ферментов согласно международным стандартам.
			5. Коды ферментов, принятые в международной практике.
			6. Механизм катализа алкогольдегидрогеназы.
			7. Метод кристаллизации белков в энзимологии.
			8. Метод определения типа ингибирования трипсина специфическим ингибитором трипсина.
			9. Субстратная специфичность алкогольдегидрогеназы.
			10. Влияние рН реакционной смеси на активность алкогольдегидрогеназы.
			11. Выделение гликогенфосфорилазы Б из скелетных мышц.
			12. Определение содержания белка в ферментном препарате биуретовым методом.
			13. Экстракция лактатдегидрогеназы из мышечной ткани.
			14. Как осуществляется фракционирование экстракта лактатдегидрогеназы .
			15. Влияние щавелевоуксусной кислоты (ЩУК) на активность лактатдегидрогеназы. .
			16. Получение тканевых экстрактов, содержащих лактатдегидрогеназу.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

**6.1 Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №пп | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Тема 1. Исторический экскурс в науку о ферментах | Отчет по результатам выполнения лабораторных занятий;Подготовка конспекта; |
| 2 | Тема 2. Структура ферментов |
| 3 | Тема 3. Функциональные особенности различных классов ферментов.  |
| 4 | Тема 4. Влияние фолдинга белка на функцию  |
| 5 | Тема 5. Классификация ферментов. |
| 6 | Тема 6. Ферменты в органическом синтезе продуктов биотехнологии. |
| 7 | Тема 7. Ферменты в здравоохранении. |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля и дисциплине.**

***Темы конспектов.***

Представлены в п. 5.1. и 5.2

***Вопросы для подготовки к лабораторным занятиям***

Представлены в п. 5.3.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

**7.1. Основная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| Печатные издания | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Научные основы биотехнологии: учебное пособие, Ч. I. Нанотехнологии в биологии | Горленко В. А. , Кутузова Н. М. , Пятунина С. К. | М.: Прометей | 2013 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240486&sr=1) |
| 2. | Основы биохимической инженерии: в 2-х ч. | Дж. Бейли, Д. Оллис ; пер. с англ. А. А. Кирюшкина. | Москва : Мир | 1989 | + |  |
| 3. | Иммуно- и нанобиотехнология: учеб. пособие [для системы послевуз. проф. образования врачей и провизоров] | Э. Г. Деева | СПб. : Проспект Науки | 2008 | + |  |

* 1. **Дополнительная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| Печатные издания | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Молекулярная Биология Клетки, в 3х томах | Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон | М: Мир | 1994 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=40085&sr=1) |
| 2. | Нуклеиновые кислоты: учебное пособие | Грищенкова Т. Н. , Чуйкова Т. В. , Щербакова Е. А. | Кемерово: Кемеровский государственный университет | 2009 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232492&sr=1) |
| 3. | Основы иммунологии: учебное пособие | Р. М. Цой, И. В. Пак | Издательство Тюменского государственного университета | 2001 | + |  |
| 4. | Геном, клонирование, происхождение человека: научное издание | Л. И. Корочкин | Фрязино : "Век 2" | 2004 | + |  |

**8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Проект NCBI (TheNationalCenterforBiotechnologyInformation, Национальный Центр Информации по Биотехнологии, США)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

2. Ensembl (Европейский Проект по геномике)

<http://www.ensembl.org/index.html>

3. NewEnglandBiolabs (сайт крупной американской компании NEB, производящей ферменты для генетической инженерии)

<https://www.neb.com/>

4. FermentasThermoFisherScientific (сайт крупной компании, производящей ферменты для генетической инженерии).

<https://www.thermofisher.com/ru/ru/home/brands/thermo-scientific/molecular-biology/thermo-scientific-molecular-biology-products/fermentas.html?cid=fl-ts-fermentas>

5. Blackboard Learn (программное обеспечение):

<https://prof.lengu.ru>.

Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>.

Электронно-библиотечная система «Книгафонд». – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/>

ЭлектронныеСервер ВИНИТИ, Москва <http://www.viniti.msk.su/>

Сервер РИНКЦЭ, Москва Сервер Международного научного фонда, Москва <http://www.isf.ru/>

Сервер научной библиотеки МГУ, Москва <http://www.lib.msu.su/>

Сервер "Академгородок", Новосибирск <http://www.nsc.ru/>

Серверы РАН, Москва <http://www.ras.ru/> ,ftp://ftp.ras.ru/, gopher://gopher.ras.ru/

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Важнейшим условием успешного освоения материала является планомерная работа обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины, поэтому подготовку к итоговому зачету или экзамену по дисциплине следует начинать с первого занятия. Обучающемуся следует ознакомиться со следующей учебно-методической документацией: программой дисциплины; перечнем знаний и умений, которыми обучающийся должен владеть; тематическими планами лекций, практических занятий; видами текущего контроля; учебником, учебными пособиями по дисциплине; электронными ресурсами по дисциплине; перечнем экзаменационных вопросов /вопросов к зачету.

***Подготовка к лекционным занятиям***

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные и наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации по подготовке к практическим занятиям и самостоятельной работе. В ходе лекционных занятий обучающемуся следует вести конспектирование учебного материала.

С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

− знакомит с новым учебным материалом;

− разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;

− систематизирует учебный материал;

− ориентирует в учебном процессе.

При подготовке к лекции необходимо:

− внимательно прочитать материал предыдущей лекции;

− узнать тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по рабочей программе дисциплины);

− ознакомиться с учебным материалом лекции по рекомендованному учебнику и учебным пособиям;

− уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;

− записать возможные вопросы, которые обучающийся предполагает задать преподавателю.

***Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, лабораторным занятиям***

Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

1) повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

2) углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в конспектах лекций, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции;

3) выполнение практических заданий, упражнений, проверочных тестов, составление словаря терминов, развернутого плана сообщения и т.д.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется с целью повышения их эффективности:

* уделять внимание разбору теоретических задач, обсуждаемых на лекциях;
* уделять внимание краткому повторению теоретического материала, который используется при выполнении практических заданий;
* осуществлять регулярную сверку домашних заданий;
* ставить проблемные вопросы, по возможности использовать примеры и задачи с практическим содержанием;
* включаться в используемые при проведении практических занятий активные и интерактивные методы обучения;
* развивать предметную интуицию.

При разборе примеров в аудитории или при выполнении домашних заданий целесообразно каждый шаг обосновывать теми или иными теоретическими положениями.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний обучающемуся рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1) определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы, ориентируясь на распределение часов, приведенное в основной части настоящей рабочей программы;

2) регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;

3) согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины;

4) по завершении отдельных тем своевременно передавать выполненные индивидуальные работы преподавателю.

***Организация самостоятельной работы***

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться индивидуально и под руководством преподавателя. Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий, что предполагает самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную подготовку к каждому семинарскому, практическому и лабораторному занятию. Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется непосредственно в ходе аудиторных занятий, в контактной работе с преподавателем вне рамок расписания, а также в библиотеке, при выполнении обучающимся учебных заданий.

Цель самостоятельной работы обучающихся состоит в научении осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Правильно организованная самостоятельная работа позволяет заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию, что будет способствовать формированию профессиональных компетенций на достаточно высоком уровне. При изучении дисциплины организация самостоятельной работы обучающихся представляет собой единство трех взаимосвязанных форм:

1) внеаудиторная самостоятельная работа;

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя при проведении практических занятий и во время чтения лекций;

3) творческая, в том числе научно-исследовательская работа. Это вид работы предполагает самостоятельную подготовку отчетов по выполнению практических заданий, подготовку презентаций, эссе, сообщений и т.д.

На практических занятиях необходимо выполнять различные виды самостоятельной работы (в том числе в малых группах), что позволяет ускорить формирование профессиональных умений и навыков.

***Подготовка к экзамену (зачету)***

Завершающим этапом изучения дисциплины является сдача зачета или экзамена в соответствии с учебным планом, при этом выясняется усвоение основных теоретических и прикладных вопросов программы и умение применять полученные знания к решению практических задач. При подготовке к экзамену учебный материал рекомендуется повторять по учебнику и конспекту. Зачет или экзамен проводится в назначенный день, по окончании изучения дисциплины. Во время контрольного мероприятия преподаватель учитывает активность работы обучающегося на аудиторных занятиях, качество самостоятельной работы, результативность контрольных работ, тестовых заданий и т.д.

**10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**10.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* **Windows 10 x64**
* **Microsoft Office 2016**

**10.2 Информационно-справочные системы**

 Информационно справочная правовая система «Гарант»

**11. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень необходимых материально-технических средств обучения, используемых в учебном процессе преподавателем на занятиях для освоения обучающимися дисциплины:

Компьютер преподавателя, мультимедийный проектор, экран, маркерная доска, столы и стулья для обучающихся, стол и стул преподавателя, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Компьютеры для обучающихся с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.