

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБСиБ
_____ А.В. Васин
«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Дизайн белков»

| | |
|---|---|
| Разработчик | Высшая школа биомедицинских систем и технологий |
| Направление (специальность) подготовки | 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика |
| Наименование ООП | 06.05.01_01 Биотехнология и биоинформатика |
| Квалификация (степень) выпускника | биотехнолог и биоинформатик |
| Образовательный стандарт | СУОС |
| Форма обучения | Очная |

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
_____ Д.И. Богомаз
«15» апреля 2025 г.

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШБСиТ"
от «15» апреля 2025 г. № 6

РПД разработал:
Доцент, к.б.н. Д.И. Богомаз

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - сформировать у студентов основные теоретические представления, так и практические приемы работы с генами и рекомбинантными белками, их направленному изменению и исследованию.

Результаты обучения выпускника

| Код | Результат обучения (компетенция) выпускника ООП |
|--------------|---|
| ПК-2 | Способен создавать биологические объекты с новыми свойствами и функциями |
| ИД-2 ПК-2 | Создает биологические объекты с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков |

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- -Знание методов создания биологических объектов с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

умения:

- Умение создавать биологические объекты с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

навыки:

- Владение методами создания биологических объектов с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Дизайн белков» относится к модулю «Модуль цифровых компетенций (Digital)».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Биохимия
- Высшая математика
- Органическая химия

- Микробиология
- Физика

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

| Виды учебной работы | Трудоёмкость по семестрам |
|--|---------------------------|
| | Очная форма |
| Лекционные занятия | 14 |
| Практические занятия | 30 |
| Самостоятельная работа | 73 |
| Часы на контроль | 16 |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | 11 |
| Общая трудоёмкость освоения дисциплины | 144, ач |
| | 4, зет |

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

| Формы текущего контроля и промежуточной аттестации | Количество по семестрам |
|--|-------------------------|
| | Очная форма |
| Промежуточная аттестация | |
| Экзамены, шт. | 1 |

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

| № раздела | Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля | Очная форма | | |
|-----------|--|-------------|--------|--------|
| | | Лек, ач | Пр, ач | СР, ач |
| 1. | Общие принципы структуры белков | 1 | 2 | 5 |
| 2. | Общие принципы биологического узнавания и катализа | 1 | 3 | 6 |
| 3. | Дизайн белков: рациональный дизайн и направленная эволюция | 1 | 3 | 7 |
| 4. | Рациональный дизайн белков | 1 | 4 | 9 |

| | | | | |
|--|--|---------|----|----|
| 5. | Молекулярный докинг структур | 1 | 4 | 9 |
| 6. | Дизайн рекомбинантных антител | 2 | 4 | 9 |
| 7. | Дизайн белок-нуклеиновых взаимодействий | 2 | 4 | 9 |
| 8. | Системы для продукции и выделения белков | 3 | 4 | 9 |
| 9. | Успехи белковой инженерии для биотехнологии. | 1 | 1 | 5 |
| 10. | Успехи белковой инженерии для фармакологии. | 1 | 1 | 5 |
| Итого по видам учебной работы: | | 14 | 30 | 73 |
| Экзамены, ач | | | | 16 |
| Часы на контроль, ач | | | | 16 |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | | 11 | | |
| Общая трудоёмкость освоения: ач / зет | | 144 / 4 | | |

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

| Раздел дисциплины | Содержание |
|---|--|
| 1. Общие принципы структуры белков | <p>Классификация аминокислот: гидрофобные, гидрофильные, полярные, неполярные, заряженные, незаряженные. Химические связи: ковалентные связи, силы Ван-дер-Ваальса, водородные связи, электростатические взаимодействия, дисульфидная связь. L-и D- энантиомеры аминокислот, хиральность молекулы. Первичная структура белков. Полипептидная цепь: направление от N-конца к С-концу, геометрия пептидной связи, параметры углов ϕ и ψ, карта Рамачандрана (карта разрешенных углов ϕ и ψ). Вторичная структура белков. Спирали: 27, 310, 4i3 (α-спираль), 5i6 (π-спираль). Р-цепи, Р- повороты, Р-цилиндры, Р-листы, параллельность, антипараллельность. Основные геометрические параметры вторичных структур. Предсказание вторичной структуры. Третичная структура белков. Фолдинг белков. Стабильность белковой молекулы (пост-трансляционные модификации, взаимодействия с кофакторами и координация ионами металлов). Домены белков: ДНК-связывающий домен, а и Р-домены, а/р-домены, а+Р домены. Мотивы белков: цинковые пальцы, мотив спираль-поворот-спираль.</p> <p>Четвертичная структура белков: гомодимеры, гетеродимеры, гетеротетрамеры. Геометрия белков: симметричная, асимметричная.</p> |

**2. Общие принципы
биологического узнавания и
катализа**

Функции белков обусловленные их структурой: связывание, катализ, переключение и структурная функция.

Лиганд. Кофактор. Кофермент. Апофермент. Холофермент.

Активный сайт. Комплементарность. Модель двух состояний — простейшая модель взаимодействия белка с лигандом.

Преимущества ферментативного катализа.

Фундаментальные аспекты связывания и факторы, которые его обуславливают. Микроокружение: комплементарность по форме, по заряду, по межмолекулярным взаимодействиям.

Конформационная гибкость белка: модель индуцированной подгонки. Особенности расположений сайтов связывания моносубъединичных и мультисубъединичных белков. Влияние сольватной оболочки на связывание и лигандом.

Белки как катализаторы. Энергетические профили реакций, катализируемых ферментами. Интермедиат. Свободная энергия Гиббса. Основное состояние. Переходное состояние. Энергия активации. Энергетический барьер. Факторы, обеспечивающие достижение ферментами эффективного катализа. Геометрия активного сайта. «Фактор близости» — увеличение эффективной концентрации реагирующих веществ. Дестабилизация основного состояния. Стабилизация переходного состояния. Защита от попадания растворителя в активный центр. Многостадийные реакции в обход высокоэнергетического переходного состояния.

Основные особенности химических реакций, происходящих в активном центре ферментов. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы, транслоказы.

Функции аминокислот в активных сайтах ферментов для формирования водородных связей, для фиксации субстрата, для нуклеофильной атаки, для кислотно-основного катализа:

Оксиаминокислоты—серин и треонин. Дикарбоновые аминокислоты и их амиды —глутаминовая и аспарагиновая аминокислоты, глутамин и аспарагин. Основные аминокислоты — лизин, аргинин и гистидин. Серосодержащие аминокислоты - цистеин и метионин. Химические реакции в активном центре ферментов: окислительно-восстановительные реакции, гидролиз, декарбоксилирование, присоединение, элиминирование.

Многофункциональные белки.

| | |
|---|---|
| <p>3. Дизайн белков: рациональный дизайн и направленная эволюция</p> | <p>Дизайн белков: рациональный дизайн и направленная эволюция. Определение белковой инженерии и ее место в современной науке. Основной вопрос белковой инженерии. Первый синтез пептидов Фишера. Твердофазный синтез пептидов Меррифилда. Рентгеноструктурный анализ. ProteinDataBank. Применение продуктов белковой инженерии. Разновидности белкового дизайна. Общие стратегии белковой инженерии.</p> <p>Рациональный дизайн: суть подхода, преимущества и ограничения, примеры. Сайт- направленный мутагенез. Направленная эволюция: концепция направленной эволюции; суть подхода. Блуждание по пространству последовательностей. Методы создания ДНК-библиотек. Оптимизация размера ДНК-библиотеки. Направленный и ненаправленный мутагенез. «Бутылочное горлышко» направленной эволюции. Методы скрининга и селекции. Дисплеи: фаговый дисплей и его применение. Исследования Дж. Смита и Г. Уинтера. Рибосомный дисплей. мРНК дисплей. Преимущества, ограничения и примеры направленной эволюции.</p> |
| <p>4. Рациональный дизайн белков</p> | <p>Вторичная структура белков. Карта Рамачандрана. Парадокс Левинталя. Концепция энергетического ландшафта. RosettaProject: дизайн белков denovo. База данных трехмерных структур биополимеров PDB (ProteinDataBank). Структура PDB-файла. Потенциал Леннарда-Джонса. Понятие силового поля. Метрики структурного подобия: RMSD. Ограничения молекулярной динамики: r_{cut}, Δt. Явный и неявный растворитель. Вычислительная сложность алгоритмов. RosettaProject: предсказание структуры белка.</p> |
| <p>5. Молекулярный докинг структур</p> | <p>Дизайн лигандов. Компьютерный дизайн лекарств на основании моделирования. Дизайн лекарств на основании лиганда. QSAR — поиск количественных соотношений структура- свойство. Модели для предсказания количественных характеристик биологической активности. Молекулярные дескрипторы. Задачи классификации и регрессии. Рациональный дизайн лекарств на основании трехмерной структуры. Молекулярный докинг. Докинг denovo. Оценочные функции Генетические алгоритмы. Виды докинга: взаимозависимость формы, жесткий докинг, полужесткий докинг с подвижным лигандом, полужесткий докинг с подвижным рецептором.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>6. Дизайн рекомбинантных антител</p> | <p>Природные антитела: типичные и экзотические представители. Иммуноглобулиновый фолд. Белок-белковые взаимодействия антител. Гипервариабельные петли (CDRs). Связывание антител с антигенами на примере антитела 2909 против ВИЧ-1. Подходы для определения структуры антитела или комплекса антитела с антигеном: рентгеноструктурный анализ, крио-электронная микроскопия, ядерный магнитный резонанс. Моноклональные антитела. Создание рекомбинантных антител: зачем создавать, как улучшать свойства. Виды рекомбинантных антител. Применение рекомбинантных антител. Снижение иммуногенности: химерные, гуманизированные и полностью человеческие антитела. Изменение антителозависимой и комплементзависимой цитотоксичности (ADCC и CDC). Изменение фармакокинетики антитела и влияние на гликоформы. Мини-антитела. Молекулярный «клей» — биспецифические антитела. Иммунотоксины. Продукция рекомбинантных антител. Дизайн антигенов.</p> |
|--|--|

7. Дизайн белок-нуклеиновых взаимодействий

Конструирование цинковых пальцев. Транскрипционные факторы: классификация, распространенность суперклассов. Мотив цинковый палец. C2H2 цинковый палец. ДНК-связывающий домен из транскрипционного фактора Zif268: структура, специфичность. ДНК-связывающий домен из транскрипционного фактора Sp1: сайт-направленный мутагенез, первый вариант кода цинковых пальцев. Белок цинкового пальца 131: проверка теории о коде и модульности системы. Фаговый дисплей Zif268: рандомизация второго цинкового пальца и код «цинковых пальцев». Модульная система создания домена цинковых пальцев: принцип, последовательности триплетов, разнообразие вариантов. «Двусторонняя комплементарная» система создания домена цинковых пальцев: принцип, разнообразие вариантов. Сборка домена, зависящая от контекста (CoDA). Бактериальная двухгибридная система отбора: принцип действия. Метод OPEN для создания инженерных цинковых пальцев. Блоки из двух мотивов цинковых пальцев, как альтернатива блокам из трех мотивов цинковых пальцев. Применение домена цинковых пальцев для создания нуклеаз и редактирования генома. Нуклеазный домен FokI.

Конструирование мегануклеаз. Механизм действия мегануклеаз. Мегануклеазы из семейства «LAGLIDADG»: структура, специфичность. Изменение специфичности к мишени для отдельных пар оснований: бактериальная двухгибридная система отбора, предсказание вариантов с помощью пакета Rosetta. Комбинированное изменение специфичности для нескольких соседних пар оснований. Гибридные мегануклеазы. Полное изменение специфичности мегануклеаз и их применение для редактирования генома.

Конструирование TAL эффекторов. Эффекторный ДНК-связывающий домен TAL: структура, модульность. Повторы с двумя вариативными остатками (RVD), их специфичность. Таинственные повторы. Новые варианты RVD и их специфичность. Применение для редактирования генома.

Конструирование эндонуклеаз рестрикции. Эндонуклеазы рестрикции: структура. Применение рационального дизайна для изменения специфичности EcoRI, EcoRV, BamHI. Применение методов направленной эволюции для изменения специфичности BstYI, NotI, Eco57I. Рациональный дизайн эндонуклеазы рестрикции MmeI: особенности строения и разнообразия гомологов.

Дизайн ДНК-гликозилаз и CRISPR/Cas систем.

Конструирование гликозилаз. Применение рационального дизайна для изменения специфичности UDG: варианты CDG, TDG, UYDG, CYDG.

Конструирование рекомбиназ. Сайт-специфичные рекомбиназы:

| | |
|---|---|
| <p>8. Системы для продукции и выделения белков</p> | <p>Общая стратегия для подбора системы продукции белков: получение гена, клонирование гена в вектор, трансформация клеток, скрининг колоний, индукция трансляции белка и его очистка. Экспрессионный вектор и основные его компоненты: промотор, терминатор, ориджин репликации, ген устойчивости к антибиотикам, аффинные тэги.</p> <p>Методы клонирования: ПЦР/рестрикция, ТА-клонирование, система Gateway, сборка по Гибсону. Выбор системы для экспрессии: растворимость белка, чистота белка, активность белка, скорость его очистки. Системы для продукции белков: бактерии, дрожжи, насекомые, млекопитающие, водоросли, внеклеточная экспрессия.</p> <p>Многообразие экспрессионных векторов (pET-система кишечной палочки, pFastBac- система насекомых, pcDNA3.1 млекопитающих). Принцип работы pET-системы. Принцип работы pFastBac-системы. Аффинные тэги: пептидные, белковые, принцип использования. Тэги: SNAP, CLIP, ACP, MCP. Сайт-специфичные протеазы для удаления аффинных тэгов.</p> |
| <p>9. Успехи белковой инженерии для биотехнологии.</p> | <p>Общие стратегии дизайна белков для биотехнологий. Примеры модификаций белковой структуры: изменение кофакторной специфичности оксидоредуктаз; изменение субстратной специфичности природных ферментов для производства неприродных прекурсоров для фармакологии/ биотехнологии и органосиликатов; создание ферментативной активности путем добавления металлсвязывающих сайтов в природный белок; дизайн фермента <i>denovo</i> с использованием пептидов семейства TRI.</p> <p>Компьютерный дизайн белков: увеличение термической стабильности ферментов в биотехнологических процесса на основании предсказаний молекулярной динамики; Использование компьютерного моделирования для улучшения ферментативной активности и субстратной специфичности природных ферментов; стратегия компьютерного дизайна ферментов <i>denovo</i>.</p> <p>Пространственная организация мультиферментных комплексов для увеличения катализа: химерные ферменты; принцип наноконвейера при дизайне метаболического пути; примеры ферментной компартментализации для увеличения локальной концентрации реагирующих молекул.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>10. Успехи белковой инженерии для фармакологии.</p> | <p>Белки как лекарства. Историческая справка. Инсулин — первое применение инсулина в качестве лекарства и проблемы. Модифицированный инсулин. Стратегии использования ферментов и регуляторных белков в качестве лекарств: замена отсутствующего или дефектного белка и примеры лекарств. Усиление или дополнение работающего пути и примеры лекарств. Белки с новыми функциями или активностями в качестве лекарств. Белки, селективно направленные на мишень. Подавление активности мишени и примеры лекарств. Активация сигнальных путей и примеры лекарств. Белковые вакцины: болезнь Лайма, гепатит В, папилломавирусные инфекции. Белковые диагностические средства. Современные потребности белковых лекарствах: проблемы, новые мишени и новые средства.</p> |
|---|--|

5. Образовательные технологии

1. 1. Основным видом учебных занятий являются: лекции, практические работы, а также самостоятельная работа студентов. Лекции читаются по основным разделам дисциплины и сопровождаются иллюстративным материалом (презентациями), дающим представление о современной белковой инженерии, разработок и применение новых технологий, основанные на технологии рекомбинантных белков.
2. 2. Практические занятия закрепляют полученные знания, обучают студентов методам получения рекомбинантных белков. Практические занятия приучают к самостоятельному анализу полученных результатов. Итоговый контроль практических занятий проходит в виде собеседования в свободной форме.
3. 3. В процессе самостоятельной работы студенты должны научиться свободно владеть основными теоретическими понятиями курса, самостоятельно работать с учебниками и учебными пособиями, самостоятельно работать с научной информацией. Уметь самостоятельно подготовиться к практическим занятиям, используя основную и дополнительную литературу. Формой итогового контроля является экзамен.

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

7. Практические занятия

| № раздела | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ач |
|--------------|---|---------------------|
| | | Очная форма |
| 1. | Дизайн белков методами рационального дизайна и направленной эволюции | 8 |
| 2. | Обзор программного обеспечения для осуществления молекулярного докинга структур | 8 |
| 3. | Дизайн белок-нуклеиновых взаимодействий | 8 |
| 4. | Продукция и выделение белков | 6 |
| Итого часов | | 30 |

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

| Вид самостоятельной работы | Примерная трудоемкость, ач |
|--|----------------------------------|
| | Очная форма |
| Текущая СР | |
| работа с лекционным материалом, с учебной литературой | 19 |
| опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 12 |
| самостоятельное изучение разделов дисциплины | 16 |
| выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ | 0 |
| подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям | 19 |
| подготовка к контрольным работам, коллоквиумам | 0 |
| Итого текущей СР: | 66 |
| Творческая проблемно-ориентированная СР | |
| выполнение расчётно-графических работ | 0 |
| выполнение курсового проекта или курсовой работы | 0 |
| поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме | 7 |
| работа над междисциплинарным проектом | 0 |
| исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах | 0 |
| анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных | 0 |
| Итого творческой СР: | 7 |
| Общая трудоемкость СР: | 73 |

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://dl-ibmst.spbstu.ru/>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

| № | Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания | Год изд. | Источник |
|---|---|----------|-----------|
| 1 | Казаков В.И., Усманова Н.М. Генная и клеточная инженерия: Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. URL: http://elib.spbstu.ru/dl/2/si20-410.pdf | 2011 | ЭБ СПбПУ |
| 2 | Казаков В.И., Усманова Н.М. Клеточная и генная инженерия микроорганизмов: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. | 2011 | ИБК СПбПУ |

Дополнительная литература

| № | Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания | Год изд. | Источник |
|---|--|----------|-------------------|
| 1 | Баженова И.А., Кузнецова Т.А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика: Санкт-Петербург: Лань, 2021. URL: https://e.lanbook.com/book/152444 | 2021 | Подписное издание |
| 2 | Кузнецова Т.А., Баженова И.А. Общая биология. Теория и практика: Санкт-Петербург: Лань, 2018. URL: https://e.lanbook.com/book/103906 | 2018 | Подписное издание |

Ресурсы Интернета

1. <http://elib.spbstu.ru/dl/local/2855.pdf>: <http://elib.spbstu.ru/dl/local/2855.pdf>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

1. Microsoft:

WorkStation + Office Pro Plus

Office 365 ProPlus Enrollment ID: 58313261

Parent Program: 75434048

Сублицензионный договор с ООО «СОФТЛАЙН ПРОЕКТЫ» от 23.10.2017 № 180/17-Д

2. Программа «Защита образования» компании «Лаборатория Касперского» Соглашение № 1CE0151102071341

Договор на оказание услуг по продлению техподдержки бессрочных академических лицензий с ООО «ПОЛИКОМ ПРО» от 23.10.2017 № 182/17-Д

3. Программное обеспечение «Антиплагиат.ВУЗ» Лицензионный договор с ЗАО «Анти-Плагат» от 26.03.2018 № 170

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.
2. - комплект лекций-презентаций по темам дисциплины, мультимедийный проектор, ноутбук, экран.

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Дизайн белков» формой аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится в свободной форме.

Экзамен

| Оценка | Описание |
|---------------------|--|
| неудовлетворительно | ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен. |
| удовлетворительно | вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий. |
| хорошо | вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов. |
| отлично | вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и характеристики по теме. |

Оценка «неудовлетворительно» - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

Оценка «удовлетворительно» - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

Оценка «отлично» - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является резервной частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

На лекциях преподаватель анализирует наиболее сложные проблемы курса. Программа курса нацелена на развитие у студента навыков научного мышления. Она предполагает знакомство с методами научного эксперимента, его анализа, обобщения и построения математической модели, позволяющей аппроксимировать полученные результаты.

Работа студентов на практических занятиях позволяет им больше познакомиться с методологией научного эксперимента, обработки и анализа полученных данных, а также заставляет учащихся заниматься самостоятельным изучением литературы по курсу «Дизайн белков» и обеспечивает более активное и творческое отношение к выбору дальнейшего направления своих профессиональных интересов.

Формой итогового контроля является экзамен. Подготовка к нему позволяет студентам систематизировать и обобщать все знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения курса. Предполагаемый практикум призван помочь им в этом.

Подготовка к текущим практическим занятиям осуществляется в процессе самостоятельной работы студентов согласно методическим указаниям, представляемым преподавателем на предшествующих занятиях.

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.