

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.07.2025 14:14:42

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e799a70e51517ff6d591

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор  В.В. Волков

« 25 » июля 2025 г.

Протокол Ученого Совета

№ 6 от 25 июля 2025 г.



УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
программы профессиональной переподготовки
«Прикладной анализ данных»

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|------------------------------|---|--|--------------------------|--|-----------------|---------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР 4 | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| Язык программирования Python | | | | | | | |
| 1. | Что такое Python и почему мы выбрали именно его | История языка. Области применения. Дистрибутивы. Редакторы кода. Установка. Настройка. Лицензии на использование. Простые программы. | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 2. | Что такое ноутбуки и как ими пользоваться | Что такое ноутбуки и как ими пользоваться. Интерактивный режим. Понятие алгоритма. Переменные. Запуск Jupyter. Архитектура. Настройка. | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 3. | Типы данных | Числа, строки, списки, словари, множества. Объекты. Методы объекта. Взаимосвязь алгоритма и структур данных | 9 | 4 | 2 | 3 | |
| 4. | Циклы, функции, генераторы, list comprehension | Структурное программирование. Утиная типизация. Императивное и декларативное программирование. | 10 | 2 | 4 | 4 | |
| 5. | Работа файлами различных форматов | Работа с распространенными форматами файлов: лог-файлы, бинарные файлы, CSV, JSON, XML. Модули для работы с ними. API. Работа с большими файлами, событийные | 13 | 4 | 4 | 5 | |

⁴ Самостоятельная работа, включает в себя часы на текущий контроль

⁵ Могут включать в себя: лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|---|---|--|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | обработчики. Деревья объектов файла с данными. | | | | | |
| 6. | Функции и их свойства | Стандартная библиотека. Создание своих функций | 11 | 4 | 2 | 5 | |
| 7. | Pandas. | Установка библиотеки. Работа с файлами данных как с таблицами. Индексация, селекция, агрегация. NumPy, SciPy и Matplotlib. Взаимосвязь библиотек, области применения, типичные приемы использование. Примеры. | 17 | 6 | 6 | 5 | |
| 8. | Работа со случайными величинами (ipython notebook) | ГПСЧ, получение распределения с заданными характеристиками. Оценка распределения по выборке. Доверительный интервал. Параметры распределения случайной величины. Практика. | 14 | 4 | 6 | 4 | |
| 9. | Промежуточная аттестация | | 2 | - | - | 2 | Зачет / проект |
| Всего: | | | 90 | 28 | 28 | 34 | |
| Высшая математика и введение в статистику | | | | | | | |
| 1. | Векторы и матрицы | Определение вектора. Операции с векторами. Длина вектора и расстояние между векторами. Определение матрицы. Собственные векторы, собственные числа. Операции с матрицами - сложение, умножение, диагонализация. Обратная матрица | 7 | 3 | 2 | 2 | |
| 2. | Сингулярное разложение матрицы | Сингулярное разложение матрицы, область применимости | 7 | 2 | 3 | 2 | |
| 3. | Функции и логарифмы | Функции, глобальные и локальные экстремумы функции. Определение логарифма. Натуральный, десятичный логарифм. Графическое представление | 14 | 6 | 4 | 4 | |
| 4. | Производные | Определение предела. Определение производной. Геометрический смысл производной. Полная производная. Частная производная. Производная тригонометрических функций. Производная сложной функции. Градиент | 14 | 4 | 6 | 4 | |
| 5. | Градиентный спуск | Знакомство с алгоритмом градиентного спуска, область | 10 | 4 | 2 | 4 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|--------------|--|---|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | применения, графическое представление | | | | | |
| 6. | Обратное распространение | Знакомство с алгоритмом обратного распространения, область применения, графическое представление | 10 | 4 | 2 | 4 | |
| 7. | Описательные статистики и графическая репрезентация данных | классификация переменных: качественные и количественные, дискретные и непрерывные; алгебраические локация и разброс: среднее, дисперсия, среднеквадратичное отклонение; структурные локация и разброс: мода, медиана, квартили, квантили, межквартильный размах; графические методы представления данных: бокс- плот с выбросами, отличие столбиковой диаграммы от гистограммы, плотность частоты; скошенность данных и способы её измерить. | 12 | 5 | 5 | 2 | |
| 8. | Теория вероятностей | ключевые определения: эксперимент, исходы, вероятностное пространство, события, вероятность; экспериментальная вероятность как частота, геометрическая интуиция вероятности; репрезентация вероятностного пространства диаграммами Эйлера и Венна, разница между ними; формула сложения вероятностей для двух событий; формула условной вероятности; независимость событий; формула полной вероятности; формула Байеса, байесова ловушка и её интуитивное объяснение | 18 | 7 | 10 | 1 | |
| 9. | Случайные величины | дискретные и непрерывные случайные величины; распределение дискретных случайных величин: определение, свойства, табличная запись, кумулятивная функция вероятности; распределение непрерывных случайных величин: функция плотности вероятности и кумулятивная функция распределения; математическое | 16 | 7 | 8 | 1 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточ ой аттестации/ итоговой аттестации |
|---------------------|---|---|--------------------------|--|-----------------|-----------------|--|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | ожидание и дисперсия: расчёт для дискретных, общий концепт для непрерывных случайных величин; Биномиальное распределение: расчет коэффициентов, интерпретация отдельных вероятностей и интервалов; некоторые часто употребляемые распределения с примерами | | | | | |
| 10. | Промежуточная аттестация | | 10 | 10 | - | - | Зачет / Опрос по вопросам (устно) |
| | Всего | | 118 | 42 | 42 | | |
| Визуализация данных | | | | | | | |
| 1. | Визуализация данных, где взять данные | Что такое визуализация данных, история визуализации. Гештальтовский принципы восприятия, восприятие форм, восприятие цветов (цвета и культур, цветовые ассоциации). TAGS. DataMiner. Простой скрипт на R с парсингом страниц Визуализация данных в онлайн сервисах. | 6 | 2 | 2 | 2 | |
| 2. | Misleading diagrams | Misleading diagrams, выбор графиков, какой лучше выбрать, убрать лишнее с графиков (data ink ratio). Практика графиков в Tableau. | 6 | 2 | 2 | 2 | |
| 3. | Сети и карты, онлайн-сервисы | Сети и карты, онлайн-сервисы | 5 | 2 | 1 | 2 | |
| 4. | Текст в визуализации и изменяемые графики | Текст в визуализации. Изменяемые графики. Plotly R. | 4 | 1 | 1 | 2 | |
| 5. | Создание приложений для визуализации | Создание приложений для визуализации, Shiny R. | 6 | 1 | 2 | 3 | |
| 6. | Используемые программы | Знакомство с основными программами, которые будут использоваться при обучении. Настройка окружения. Настройка git. Настройка VSC. Настройка QGIS 3 | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 7. | Программирование из консоли внутри QGIS 3 | Работа с векторными слоями. Создание векторного слоя. Работа с различными форматами данных. Работа с таблицей атрибутов. Редактирование объектов. | 7 | 2 | 2 | 3 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|------------------------------------|---|---|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | Добавление/удаление объектов. Добавление/Удаление полей. Работа с геометрией Добавление/удаление геометрии. Редактирование геометрии. Работа с выборкой. Работа с отображением векторных слоев. Работа с точечными символами. Работа с линейными символами. Работа с полигональными символами. Работа с растровыми слоями. Работа с интерфейсом программы. Добавление/Удаление пунктов меню. Управление канвасом | | | | | |
| 8. | Написание кастомных выражений в QGIS 3 | Основы логических операторов. Проверка выражений. Основные виды выражений. Выражения для фильтрации. Обработка ошибок. Структура файлов плагина. Метаданные плагина. Документация/Справка. Структура написания основного кода плагина. Дополнительные инструменты для создания плагина. Plugin Reloader. Публикация плагина | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 9. | Промежуточная аттестация | | 2 | - | - | 2 | Зачет / проект |
| | Всего | | 50 | 14 | 14 | 22 | |
| Машинное обучение и нейронные сети | | | | | | | |
| 1. | kNN. Общий вид метрических классификаторов, kNN, WkNN, отбор эталонов | Общий вид метрических классификаторов, kNN, WkNN, отбор эталонов. Оценка классификаторов, Precision, Recall, ROC, AUC. Валидация. Кластеризация. kMeans, Mean Shift, DBSCAN, Agglomerative Clustering. Метрики кластеризации. Кластеризация и обучение с частичным привлечением учителя (semi-supervised). | 15 | 4 | 3 | 8 | |
| 2. | Деревья. Построение деревьев, информационный выигрыш. | Энтропия, критерий Джини, девиация. CART. Прунинг. Ансамбли деревьев, бустинг деревьев. Случайный лес, адаптивный бустинг, градиентный бустинг. | 15 | 3 | 4 | 8 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|---------------------|--|--|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| 3. | Нейронные сети | Логистическая регрессия, градиентный спуск. Полносвязные сети, обратное распространение градиента. Сверточные нейронные сети и анализ изображений. Свертки, пулинг. LeNet, AlexNet, VGG, ResNet. | 15 | 4 | 3 | 8 | |
| 4. | Векторные представления и анализ естественного языка | Векторное представление слова. Рекуррентные нейронные сети, LSTM, GRU. Механизм внимания, Трансформер, BERT. | 15 | 3 | 4 | 8 | |
| 5. | SVM | SVM. Прямая и двойственная задача. Решение двойственной задачи. Линейно неразделимый случай. Ядерный трюк. | 15 | 4 | 3 | 8 | |
| 6. | Байес. Байесовский классификатор | Оценка распределения признаков. EM-алгоритм. Регрессия. Линейная регрессия, гребневая регрессия, LASSO, LARS. Борьба с выбросами. | 15 | 3 | 4 | 8 | |
| 7. | Локальный поиск | Байесовская оптимизация. Hill Climb, отжиг, генетический алгоритм. | 15 | 4 | 3 | 8 | |
| 8. | Обучение с подкреплением | Постановка задачи. Функция ценности и функция качества. Q-обучение. Глубокое обучение с подкреплением, DQN, Actor-Critic. | 15 | 3 | 4 | 8 | |
| 9. | Промежуточная аттестация | | 4 | - | - | 4 | Зачет / Опрос по вопросам (устно) |
| | Всего: | | 124 | 28 | 28 | 68 | |
| Компьютерное зрение | | | | | | | |
| 1. | Обработка изображений | Пространственная область. Частотная область, преобразование Фурье, спектральный анализ. Выделение компонент связности. Выделение краев. Математическая морфология | 4 | 2 | 1 | 1 | |
| 2. | Глобальные и локальные признаки изображений | Свойства признаков изображений. Текстовые и визуальные признаки. Пространства признаков. Ключевые точки. Детектор угловых точек. Детектор Моравица | 4 | 2 | 1 | 1 | |
| 3. | Параметрические модели | Выбор модели. Оценка параметров модели. Метод наименьших квадратов, М-оценки, RANSAC. | 4 | 2 | 1 | 1 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|----------------------|---|--|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | преобразование Хафа | | | | | |
| 4. | Классификация объектов на изображении | Бинарная и многоклассовая классификация. Категории объектов. Извлечение фрагментов. Вычисление признаков фрагментов. Обучение словаря. | 4 | 2 | 1 | 1 | |
| 5. | Поиск изображений по содержанию | Поиск по визуальному подобию. Поиск нечетких дубликатов. Поиск объектов на фотографии. Поиск сцен | 4 | 1 | 1 | 2 | |
| 6. | Детектирование объектов | Метрика качества IoU. Задача многоклассовой детекции. Классификация окон. HUG. | 4 | 1 | 1 | 2 | |
| 7. | Сегментация изображений | Сегментация объектов. Семантическая сегментация. Суперпикселизация | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| 8. | Генеративные сети | Реконструкция изображения. Реконструкция стилей. Матрица Грама. Реконструкция текстур. Генеративносостязательные нейронные сети. | 4 | 1 | 2 | 1 | |
| 9. | Трекинг объектов | Видеопоток и видеопоследовательность. Разметка объектов. Определение поз и жестов. Распознавание событий | 5 | 2 | 2 | 1 | |
| 10 | Промежуточная аттестация | | 6 | - | 3 | 3 | Зачет / Опрос по вопросам (устно) |
| | Всего | | 42 | 14 | 14 | 14 | |
| Дисциплина по выбору | | | | | | | |
| Практический минимум | | | | | | | |
| 1. | Системное и прикладное ПО | Операционная система как вид ПО. Виды ОС. Linux-подобные ОС. Вычислительные ядра. | 14 | 4 | 2 | 8 | |
| 2. | Архитектура клиент-сервер | Архитектура клиент-сервер, взаимодействие между компьютерами через интернет. Протоколы. | 12 | 4 | 4 | 4 | |
| 3. | Удаленный доступ. | Консоль управления на примере Яндекс.Облака. | 18 | 2 | 4 | 12 | |
| 4. | Работа в ОС Linux | Команды. Утилиты. Настройки базовых компонент. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 5. | Серверное ПО. Базы данных. Понятие бекенда. | Серверное ПО. Базы данных. Понятие бекенда. | 12 | 4 | 4 | 4 | |
| 6. | Службы | Превращение своей программы в сервер. Запуск по расписанию. Логирование. Базовые приемы администрирования. Установка и настройка программ. | 16 | 4 | 4 | 8 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|----------------------|-------------------------------------|---|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | Практика. | | | | | |
| 7. | Объединение компонент в ИС | Объединение компонент в ИС. Введение в проектирование ИС. Рассмотрение архитектур существующих ИС. | 10 | 4 | 2 | 4 | |
| 8. | Параллельная обработка данных | Параллельная обработка данных. Практикум по созданию вычислительных кластеров. | 14 | 2 | 4 | 8 | |
| 9. | Промежуточная аттестация | | 24 | - | - | 24 | Зачет / Проект |
| | Всего: | | 136 | 28 | 28 | 80 | |
| Проектный менеджмент | | | | | | | |
| 1. | Введение | Разделение обучающихся на группы по интересам (всего 4 проекта). Формулировка темы исследования, паззла, постановка задачи минимум и задачи максимум. Составление временного плана (диаграмма Гантта), распределение задач, назначение тимлида внутри команды. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 2. | Этика | Обсуждение первых результатов и сложностей командной работы. Разработка эффективных инструментов взаимодействия внутри команды. Этические аспекты. Вклад каждого члена команды и общий продукт. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 3. | Технические аспекты работы | Обсуждение технических аспектов выполнения выбранного проекта с учетом характерных особенностей выбранной темы исследования. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 4. | Отчет о ходе исследования. | Отчет о ходе исследования. Анализ наработанного обучающимися в ходе реализации проекта материала. Как написать хороший отчет о ходе исследования? | 24 | 8 | 4 | 12 | |
| 5. | Работа с первым черновиком. | Как сделать текст интересным? | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 6. | Визуальная версия | Предпродажная подготовка визуальной | 24 | 4 | 8 | 12 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|-------------------|--|--|--------------------------|--|-----------------|---------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР 4 | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | продукта. | версии продукта. | | | | | |
| 7. | Промежуточная аттестация | | 24 | - | - | 24 | Зачет / Проект |
| | Всего: | | 136 | 28 | 28 | 80 | |
| Базы данных и SQL | | | | | | | |
| 1. | Реляционные СУБД | Основы реляционной алгебры. Табличное хранение информации. Первичные ключи. Внешние ключи. Операции над таблицами | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 2. | SQL | Теория: SQL как декларативный язык запроса в данным. Основные конструкции. Версии. Отличия в разных СУБД. Запросы SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE. Встроенные функции языка. Работа с числами, строками, датами. Агрегация | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 3. | Проектирование структуры реляционной БД | Нормализация и денормализация. Нормальные формы. ПО для проектирования баз данных, диаграммы. Ускорение запросов. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 4. | Настройка и развертывание СУБД | Настройки по умолчанию. Конфигурационные файлы. Профилирование запросов. Кеширование и логирование. Ведущий и ведомые сервера. Горизонтальное масштабирование. Ускорение чтения. Встроенные БД. БД в оперативной памяти | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 5. | Документноориентированные базы данных | Принципы работы. JSON-документы. API и библиотеки для взаимодействия. Использование в качестве хранилища и кеширующего сервера. Индексы. Запросы к данным. Взаимосвязь SQL и декларативных языков запросов к данным в СУБД и языках программирования | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 6. | Развертывание БД в облачной инфраструктуре | На примере Yandex.Cloud создание инфраструктуры для разных СУБД, совместимость с облачными функциями обработки и сохранения данных. Использование хранилища | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 7. | Библиотеки для | Библиотеки для работы с | 16 | 4 | 4 | 8 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|----------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | работы с СУБД | разными СУБД в языках программирования R и Python. ORM. Вебфреймворк Django. Написание классов для ORM реляционных СУБД | | | | | |
| 8. | Промежуточная аттестация | | 24 | - | - | 24 | Зачет / Проект |
| | Всего: | | 136 | 28 | 28 | 80 | |
| Программирование в R | | | | | | | |
| 1. | Введение | R как язык программирования. Функциональное программирование vs. ООП. Знакомство с R-Studio. Основные типы данных в R (num, int, factor, char, bool, date&time). Основные типы структур данных (vector, data.frame, list). Основные типы библиотек в R и их структура. Объяснение принципов векторизации. Базовые функции в R. Как загружать данные разных типов из разных источников. Выполнение в R простейших операций, которые слушатели уже умеют на языке Python (ifelse, gsub, grepl и проч.) | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 2. | Основы R | Как работать с типом данных “data.frame”? Обращение к переменным и строкам, индексация. Фильтрация, выборка переменных. Преобразование данных, long2wide/wide2long: merge, rbind, cbind, aggregate, dcast. Практика объединений и преобразования датафреймов. Повторение пройденного на предыдущем занятии вместе с новым материалом (фильтрация и преобразование переменных с помощью функций ifelse, gsub и проч.). | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 3. | Библиотека Dplyr | Объяснение общей логики работы в этой библиотеки. Повторение старого материала на dplyr. Основы визуализации данных в ggplot2 | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 4. | Data.table | Преимущества data.table. Основные принципы работы и | 24 | 8 | 4 | 12 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации |
|--------------|--|--|--------------------------|--|-----------------|-----------------|---|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | СР ⁴ | |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| | | специфические операторы data.table. Повторение предыдущего материала на базе этой библиотеки. | | | | | |
| 5. | Циклы, специфика apply family | Повторение материала по data.table. Объяснения циклов в R (предполагается, что слушатели уже знают о них после курса по Python). Работа с разными типами apply family. Введение в работу с листами в R (иллюстрация работы типа apply family - lapply) | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 6. | Методы кластеризации и кластеризация в R | Основные методы кластеризации и их применение в R: K-Means, Mean-Shift, DBSCAN. | 24 | 4 | 8 | 12 | |
| 7. | Промежуточная аттестация | | 24 | - | - | 24 | Зачет /проект |
| | Всего: | | 136 | 28 | 28 | 80 | |

Алгоритмы и структуры данных

| | | | | | | | |
|----|-------------------------|--|----|---|---|----|--|
| 1. | Введение в алгоритмы | Свойства алгоритмов. Анализ алгоритмов. Псевдокод. Простейшие операции. Анализ лучших и худших показателей. Асимптотическая нотация. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 2. | Абстрактные типы данных | Векторы, списки., последовательности. Вектор. Список. Стек. Очередь. Дек. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 3. | Поиск | Наивный метод. Алгоритм Кнута-Морриса-Прата. Алгоритм Бойера-Мура. Алгоритм Робина-Карпа. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 4. | Сортировка | Сортировка подсчетом. Сортировка включением. Сортировка Шелла. Сортировка извлечением. Пирамидальная сортировка. Обменная сортировка. Быстрая сортировка. Сортировка слиянием. | 24 | 8 | 4 | 12 | |
| 5. | Деревья | Прохождение бинарных деревьев. Поиск заданного ключа. Поиск минимума и максимума. Прелшествующий и последующий элементы. Вставка и удаление. Сбалансированные деревья. Сильноветвящиеся деревья. | 16 | 4 | 4 | 8 | |
| 6. | Хеширование данных | Таблицы с прямой адресацией. Хеш-таблицы. Хеш-функции. Методы разрешения коллизий. | 24 | 4 | 8 | 12 | |

| № п/ п | Наименование и содержание тем | Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме | Объем дисциплины час. | | | Форма промежуточн ой аттестации/ итоговой аттестации | |
|---------------------|-------------------------------------|---|--------------------------|--|-----------------|---|-----------------------------|
| | | | Всего | Аудиторная работа по видам учебных занятий | | | СР ⁴ |
| | | | | Л | СЗ ⁵ | | |
| 7. | Промежуточная аттестация | | 24 | - | - | 24 | Зачет /проект |
| | Всего: | | 136 | 28 | 28 | 80 | |
| Итоговая аттестация | | | 174 | - | 74 | 100 | Зачет / Проектная работа |
| ИТОГО | | | 734 ⁶ | 64 | 71 | 115 | |

⁶ В случае реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий, данные часы реализуются онлайн, в синхронном формате в соответствии с расписанием занятий