**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмы и структуры данных

Algorithms and Data Structures

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 15

Регистрационный номер рабочей программы: 051472

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение известным алгоритмам и структурам данных.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Аттестация по учебной дисциплине «Основы Python и SQL».

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Способность подбирать и программно реализовывать известные алгоритмы и структуры данных для решения алгоритмических задач.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Не предусмотрено

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 2 | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 | |  |  |  | 52 |  | 28 |  | 20 | 4 |
|  | 1-25 |  | 1-25 |  |  |  |  |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 3 | 75 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 | |  |  |  | 65 |  | 36 |  | 20 | 5 |
|  | 1-25 |  | 1-25 |  |  |  |  |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 4 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 | |  |  |  | 34 |  | 6 |  | 20 | 2 |
|  | 1-25 |  |  |  |  |  |  |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 5 | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 | |  |  |  | 46 |  | 34 |  | 20 | 4 |
|  | 1-25 |  | 1-25 |  |  |  |  |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 225 |  | 6 |  |  |  |  |  | 8 | |  |  |  | 197 |  | 104 |  |  | 15 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | |
| Форма обучения очная | | | | | | | |
| Семестр 2  Семестр 3  Семестр 4  Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**Период обучения (модуль): Семестр 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий |  |
| 1 | Поиск в массиве  1.1 Линейный поиск  1.2 Двоичный поиск  1.3 Троичный поиск  1.4 Интерполяционный поиск  Структуры данных  1.5 Массив  1.6 Стек  1.7 Очередь, двусторонняя очередь  1.8 Словарь  1.9 Хеш-таблица  Сортировки, анализ алгоритмов  2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)  2.2 Merge sort (сортировка слиянием)  2.3 Quick sort (быстрая сортировка)  2.4 Bucket sort (блочная сортировка)  2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)  2.6 Insertion sort (сортировка вставками)  2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)  2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)  2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки  Рекурсия, математическая индукция  3.1 Хвостовая рекурсия  3.2 Обратная польская запись  3.3 Числа Каталана  3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов  3.5 Метод градиентного спуска  3.6 Метод сопряженных градиентов  3.7 Принцип динамического программирования  3.8 Метод ветвей и границ  3.9 Методы Gradient boosting  3.10 Алгоритм Кадана  3.11 Поиск методом золотого сечения  3.12 Производящие функции  3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи  3.14 Memoization  3.15 Корекурсия  3.16 Задача 3-SAT  3.17 Алгоритм фрактального сжатия  Структуры данных (рекурсивные)  3.18 Список  3.19 Дерево  3.20 Граф  Строки  4.1 Z-функция  4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта  4.3 Алгоритм Ахо-Корасик  4.4 Алгоритм Бойера-Мура  4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула  4.6 Сходство Джаро-Винклера  4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена  4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна  4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга  4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса  4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка  4.12 Алгоритм Ву-Менбера  4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена  4.14 Алгоритм Майерса  Структуры  4.15 Префиксное дерево  4.16 Суффиксный массив  4.17 Суффиксное дерево  Порядковые статистики, потоковые алгоритмы  5.1 Алгоритм BFPRT  5.2 Алгоритм Манро-Патерсона  5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда  5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура  5.5 Алгоритм Lossy Count | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 0 |
| 2 | Поиск в массиве  1.1 Линейный поиск  1.2 Двоичный поиск  1.3 Троичный поиск  1.4 Интерполяционный поиск  Структуры данных  1.5 Массив  1.6 Стек  1.7 Очередь, двусторонняя очередь  1.8 Словарь  1.9 Хеш-таблица  Сортировки, анализ алгоритмов  2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)  2.2 Merge sort (сортировка слиянием)  2.3 Quick sort (быстрая сортировка)  2.4 Bucket sort (блочная сортировка)  2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)  2.6 Insertion sort (сортировка вставками)  2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)  2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)  2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки  Рекурсия, математическая индукция  3.1 Хвостовая рекурсия  3.2 Обратная польская запись  3.3 Числа Каталана  3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов  3.5 Метод градиентного спуска  3.6 Метод сопряженных градиентов  3.7 Принцип динамического программирования  3.8 Метод ветвей и границ  3.9 Методы Gradient boosting  3.10 Алгоритм Кадана  3.11 Поиск методом золотого сечения  3.12 Производящие функции  3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи  3.14 Memoization  3.15 Корекурсия  3.16 Задача 3-SAT  3.17 Алгоритм фрактального сжатия  Структуры данных (рекурсивные)  3.18 Список  3.19 Дерево  3.20 Граф  Строки  4.1 Z-функция  4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта  4.3 Алгоритм Ахо-Корасик  4.4 Алгоритм Бойера-Мура  4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула  4.6 Сходство Джаро-Винклера  4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена  4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна  4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга  4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса  4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка  4.12 Алгоритм Ву-Менбера  4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена  4.14 Алгоритм Майерса  Структуры  4.15 Префиксное дерево  4.16 Суффиксный массив  4.17 Суффиксное дерево  Порядковые статистики, потоковые алгоритмы  5.1 Алгоритм BFPRT  5.2 Алгоритм Манро-Патерсона  5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда  5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура  5.5 Алгоритм Lossy Count | лекции | 12 |
| по методическим материалам | 0 |
| 3 | Поиск в массиве  1.1 Линейный поиск  1.2 Двоичный поиск  1.3 Троичный поиск  1.4 Интерполяционный поиск  Структуры данных  1.5 Массив  1.6 Стек  1.7 Очередь, двусторонняя очередь  1.8 Словарь  1.9 Хеш-таблица  Сортировки, анализ алгоритмов  2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)  2.2 Merge sort (сортировка слиянием)  2.3 Quick sort (быстрая сортировка)  2.4 Bucket sort (блочная сортировка)  2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)  2.6 Insertion sort (сортировка вставками)  2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)  2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)  2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки  Рекурсия, математическая индукция  3.1 Хвостовая рекурсия  3.2 Обратная польская запись  3.3 Числа Каталана  3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов  3.5 Метод градиентного спуска  3.6 Метод сопряженных градиентов  3.7 Принцип динамического программирования  3.8 Метод ветвей и границ  3.9 Методы Gradient boosting  3.10 Алгоритм Кадана  3.11 Поиск методом золотого сечения  3.12 Производящие функции  3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи  3.14 Memoization  3.15 Корекурсия  3.16 Задача 3-SAT  3.17 Алгоритм фрактального сжатия  Структуры данных (рекурсивные)  3.18 Список  3.19 Дерево  3.20 Граф  Строки  4.1 Z-функция  4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта  4.3 Алгоритм Ахо-Корасик  4.4 Алгоритм Бойера-Мура  4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула  4.6 Сходство Джаро-Винклера  4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена  4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна  4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга  4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса  4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка  4.12 Алгоритм Ву-Менбера  4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена  4.14 Алгоритм Майерса  Структуры  4.15 Префиксное дерево  4.16 Суффиксный массив  4.17 Суффиксное дерево  Порядковые статистики, потоковые алгоритмы  5.1 Алгоритм BFPRT  5.2 Алгоритм Манро-Патерсона  5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда  5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура  5.5 Алгоритм Lossy Count | лекции | 20 |
| по методическим материалам | 0 |
| 4 | Поиск в массиве  1.1 Линейный поиск  1.2 Двоичный поиск  1.3 Троичный поиск  1.4 Интерполяционный поиск  Структуры данных  1.5 Массив  1.6 Стек  1.7 Очередь, двусторонняя очередь  1.8 Словарь  1.9 Хеш-таблица  Сортировки, анализ алгоритмов  2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)  2.2 Merge sort (сортировка слиянием)  2.3 Quick sort (быстрая сортировка)  2.4 Bucket sort (блочная сортировка)  2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)  2.6 Insertion sort (сортировка вставками)  2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)  2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)  2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки  Рекурсия, математическая индукция  3.1 Хвостовая рекурсия  3.2 Обратная польская запись  3.3 Числа Каталана  3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов  3.5 Метод градиентного спуска  3.6 Метод сопряженных градиентов  3.7 Принцип динамического программирования  3.8 Метод ветвей и границ  3.9 Методы Gradient boosting  3.10 Алгоритм Кадана  3.11 Поиск методом золотого сечения  3.12 Производящие функции  3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи  3.14 Memoization  3.15 Корекурсия  3.16 Задача 3-SAT  3.17 Алгоритм фрактального сжатия  Структуры данных (рекурсивные)  3.18 Список  3.19 Дерево  3.20 Граф  Строки  4.1 Z-функция  4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта  4.3 Алгоритм Ахо-Корасик  4.4 Алгоритм Бойера-Мура  4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула  4.6 Сходство Джаро-Винклера  4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена  4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна  4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга  4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса  4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка  4.12 Алгоритм Ву-Менбера  4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена  4.14 Алгоритм Майерса  Структуры  4.15 Префиксное дерево  4.16 Суффиксный массив  4.17 Суффиксное дерево  Порядковые статистики, потоковые алгоритмы  5.1 Алгоритм BFPRT  5.2 Алгоритм Манро-Патерсона  5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда  5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура  5.5 Алгоритм Lossy Count | лекции | 18 |
| по методическим материалам | 0 |
| 5 | Поиск в массиве  1.1 Линейный поиск  1.2 Двоичный поиск  1.3 Троичный поиск  1.4 Интерполяционный поиск  Структуры данных  1.5 Массив  1.6 Стек  1.7 Очередь, двусторонняя очередь  1.8 Словарь  1.9 Хеш-таблица  Сортировки, анализ алгоритмов  2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)  2.2 Merge sort (сортировка слиянием)  2.3 Quick sort (быстрая сортировка)  2.4 Bucket sort (блочная сортировка)  2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)  2.6 Insertion sort (сортировка вставками)  2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)  2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)  2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки  Рекурсия, математическая индукция  3.1 Хвостовая рекурсия  3.2 Обратная польская запись  3.3 Числа Каталана  3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов  3.5 Метод градиентного спуска  3.6 Метод сопряженных градиентов  3.7 Принцип динамического программирования  3.8 Метод ветвей и границ  3.9 Методы Gradient boosting  3.10 Алгоритм Кадана  3.11 Поиск методом золотого сечения  3.12 Производящие функции  3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи  3.14 Memoization  3.15 Корекурсия  3.16 Задача 3-SAT  3.17 Алгоритм фрактального сжатия  Структуры данных (рекурсивные)  3.18 Список  3.19 Дерево  3.20 Граф  Строки  4.1 Z-функция  4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта  4.3 Алгоритм Ахо-Корасик  4.4 Алгоритм Бойера-Мура  4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула  4.6 Сходство Джаро-Винклера  4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена  4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна  4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга  4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса  4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка  4.12 Алгоритм Ву-Менбера  4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена  4.14 Алгоритм Майерса  Структуры  4.15 Префиксное дерево  4.16 Суффиксный массив  4.17 Суффиксное дерево  Порядковые статистики, потоковые алгоритмы  5.1 Алгоритм BFPRT  5.2 Алгоритм Манро-Патерсона  5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда  5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура  5.5 Алгоритм Lossy Count | лекции | 6 |
| по методическим материалам | 0 |

**Период обучения (модуль): Семестр 3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий |  |
| 1 | Деревья  1.1 Эйлеров обход дерева, DFS, BFS  1.2 Двоичное дерево поиска  1.3 Декартово дерево  1.4 Красно-черное дерево  1.5 АВЛ-дерево, дерево Фибоначчи  1.6 Splay tree (расширяющееся дерево)  1.7 B, B+, B\* дерево, 2-3 дерево  1.8 PQ-дерево  1.9 Дерево отрезков  1.10 Дерево Фенвика  1.11 Алгоритм двоичного подъема (задача LCA)  1.12 Алгоритм Фарах-Колтона и Бендера (RMQ, LCA)  1.13 Sqrt-декомпозиция  1.14 Центроидная декомпозиция  1.15 Heavy-light декомпозиция  1.16 Фибоначчиева куча  1.17 Куча, 2-3 куча  1.18 Очередь с приоритетами  1.19 Множество  1.20 Система непересекающихся множеств  1.21 Лес непересекающихся множеств  1.20 Ассоциативный массив | лекции | 12 |
| по методическим материалам | 0 |
| 2 | Графы  2.1 Обход в ширину (BFS)  2.2 Обход в глубину (DFS)  2.3 Топологическая сортировка  2.4 Алгоритм Munagala-Ranade  2.5 Алгоритм Mehlhorn-Meyer  2.6 Задача о динамической связности  2.7 Алгоритм поиска точек сочленения графа  2.8 Алгоритм поиска мостов графа  2.9 Алгоритм Косараю  2.10 Алгоритм Тарьяна  2.11 Задача 2-SAT  2.11 Алгоритм Брона-Кербоша  2.12 Конденсация графа  2.13 Раскраска графа  2.14 Задача о назначениях  2.15 Венгерский алгоритм  2.16 Алгоритм Ульмана  Структуры  2.17 Матрица смежности  2.18 Матрица достижимости  7.19 Матрица сильной связности  7.20 Матрица Лапласа  2.21 Матрица Инцидентности  2.22 Список смежности  2.23 Список ребер | лекции | 15 |
| по методическим материалам | 0 |
| 3 | Графы: циклы  3.1 Алгоритм поиска Эйлерова цикла  3.2 Алгоритм поиска Эйлерова пути  3.3 Алгоритм поиска Гамильтонова цикла  3.3 Алгоритм поиска Гамильтонова пути  3.4 Задача Коммивояжера | лекции | 4 |
| по методическим материалам | 0 |
| 4 | Графы: остовное дерево  4.1 Теорема Кирхгофа  4.2 Теорема Кэли о числе деревьев, код Прюфера  4.3 Лемма о безопасном (минимальном) ребре  4.4 Алгоритм Краскала  4.5 Алгоритм Примы  4.6 Алгоритм Борувки  4.7 Задача устранения петель в сети Ethernet (STP)  4.8 Задача Штейнера | лекции | 8 |
| по методическим материалам | 0 |
| 5 | Графы: кратчайший путь  5.1 Алгоритм Дейкстры  5.2 Алгоритм Best-First  5.3 Алгоритм A\*  5.4 Алгоритм Левита  5.5 Алгоритм Беллмана-Форда  5.6 Алгоритм Флойда-Уоршелла  5.7 Алгоритм ALT  5.8 Алгоритм Reach-based pruning | лекции | 8 |
| по методическим материалам | 0 |
| 6 | Графы: потоки в сетях  6.1 Алгоритм Форда-Фалкерсона  6.2 Алгоритм Эдмонса-Карпа (алгоритм Диница)  6.3 Алгоритм поиска потока минимальной стоимости  6.4 Сети Петри  6.5 Алгоритм проверки графа на двудольность  6.6 Алгоритм раскраски двудольного графа  6.7 Алгоритм Хопкрофта-Карпа  6.8 Венгерский алгоритм  6.9 Blossom алгоритм (алгоритм Эдмондса)  6.10 Алгоритм Штор-Вагнера | лекции | 8 |
| по методическим материалам | 0 |
| 7 | Геометрия  7.1 Метод Гаусса  7.2 Поиск точек в прямоугольнике  7.3 Алгоритм Бентли-Оттмана  7.4 Алгоритм Грэхема  7.5 Алгоритм Джарвиса  7.6 Алгоритм Чана  7.7 Алгоритм Киркпатрика  7.8 Метод трассировки луча  7.9 Метод суммирования углов  7.10 Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне  7.11 Алгоритм Форчуна  7.12 Рекурсивное построение диаграммы Вороного  Структуры  7.13 R, R+, R\* дерево  7.14 K-мерное дерево  7.15 BSP, VP дерево  7.16 Дерево покрытий | лекции | 12 |
| по методическим материалам | 0 |
| 8 | Персистентные структуры  8.1 Метод копирования пути  8.2 Метод толстых узлов  Структуры  8.3 Персистентный стек  8.4 Персистентная очередь  8.5 Персистентное дерево | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 0 |
| 9 | Консенсус в сетях  9.1 Алгоритм Paxos  9.2 Задача Византийских генералов  9.3 Кворум  9.4 CAP-теорема  9.5 PACELC-теорема  9.6 Королевский алгоритм  9.7 Алгоритм Zyzzyva  Структуры  9.8 Blockchain | лекции | 6 |
| по методическим материалам | 0 |

**Период обучения (модуль): Семестр 4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий |  |
| 1 | Целочисленное программирование  1.1 Каноническая форма, сложность решения  1.2 Алгоритмы полного перебора  1.3 Алгоритм Нарайаны  1.4 Задача о ранце  1 Алгоритм Meet-in-the-Middle  1.6 Задача раскроя  1.7 Метод обратного поиска  1.8 Задача планирования производства  1.9 Задача оптимизации телекоммуникационных сетей  1.10 Метод секущих плоскостей, алгоритм Гомори  1.11 Алгоритм Альфа-Бета отсечений  1.12 Жадные алгоритмы  1.13 Матроиды, алгоритм Радо-Эдмонса | лекции | 8 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 2 | Быстрые вычисления  2.1 Умножение Карацубы  2.2 Алгоритм Шенхаге-Штрассена  2.3 Алгоритмы возведения числа в степень  2.4 Алгоритмы возведения в степень числа по модулю  2.5 Алгоритм Кули-Тьюки  2.6 Алгоритм Штрассена | лекции | 8 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 3 | Факторизация  3.1 Алгоритм Евклида (НОД)  3.2 Алгоритм факторизации Ферма  3.3 Метод квадратичных форм Шенкса  3.4 Ро-алгоритм Полларда  3.5 Метод квадратичного решета  3.6 Общий метод решета числового поля  3.7 Факторизация с помощью эллиптических кривых  3.8 Тест Агравала-Каяла-Саксены  3.9 Алгоритм Берлекэмпа | лекции | 8 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 4 | Дискретное логарифмирование  4.1 Алгоритм Гельфонда-Шенкса  4.2 Алгоритм COS | лекции | 2 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 5 | Обработка очередей  5.1 Семейство алгоритмов Round-robin  5.2 Алгоритм EDF  5.3 Алгоритм SRTF  5.4 Алгоритм Fixed-priority pre-emptive scheduling  5.5 Задача составления расписания (JSP, OSSP)  5.6 CFS планировщик  5.7 BFS планировщик | лекции | 4 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |

**Период обучения (модуль): Семестр 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий |  |
| 1 | Кеширование  1.1 T-дерево  1.2 Алгоритм Белади  1.3 FIFO, LIFO кеширование  1.4 LRU, PLRU кеширование  1.5 MRU кеширование  1.6 RR кеширование  1.7 LFU кеширование  1.8 MQ кеширование  1.9 ARC кеширование | лекции | 8 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 2 | Рандомизированные алгоритмы  2.1 Метод Монте-Карло  2.2 Поиск наименьшего набора ребер, разрезающего циклы  2.3 Муравьиный алгоритм  2.4 Алгоритм Каргера  2.5 Изоморфизм графов (алгоритм Blum-Kanan)  2.6 Rapidly exploring random tree  2.7 Тасование Фишера-Йетса  2.8 Алгоритм Karloff–Zwick | лекции | 18 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 3 | Вероятностные тесты на простоту  3.1 Тест Ферма  3.2 Тест Миллера-Рабина  3.1 Тест Бейли-Померанца-Селфриджа-Уогстаффа | лекции | 8 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 4 | Вебграфы  4.1 Модель Болобаша-Альберта  4.2 Модель Болобаша-Риордана  4.3 Модель Бакли-Остгус  4.4 Модель копирования  4.5 PageRank, Google matrix  Структуры  41 MapReduce  4.2 Apache GiGraph  4.3 Pregel | лекции | 12 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |
| 5 | Хеширование  5.1 Двойное хеширование  5.2 Фильтр Блума  5.3 Count-min sketch  5.4 Универсальное хеширование  5.5 SWIFFT  5.6 MD5  5.7 SHA-2  5.8 SHA-3 (Keccak)  5.9 Дерево Меркла  5.10 Подпись Меркла  5.11 Хеш-функции, учитывающие близость (LSH)  5.12 Хеширование на основе расстояния Хэмминга  5.13 MinHash  5.14 SimHash  5.15 Поиск ближайшего соседа c помощью LSH | лекции | 14 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 0 |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Посещение лекционных занятий, выполнение самостоятельных работ.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Не предусмотрено

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

***Методика проведения зачета***

Зачет проводится в устной или письменной форме. Преподаватели имеют набор контрольных практических и теоретических заданий и тестов для проведения зачета. Зачет выставляется по итогам текущего контроля и результатам решения контрольных заданий и тестов во время проведения промежуточной аттестации.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы зачета не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

*Критерии выставления оценок:*

«Зачет» ставится за полностью решенные задания текущего контроля, контрольных тестов и заданий и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

***Методика проведения экзамена***

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

*Критерии выставления оценок:*

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примерный перечень вопросов к экзамену совпадает с темами обучения (см. раздел 2.2).

**2 семестр:**

**Поиск в массиве**

1.1 Линейный поиск

1.2 Двоичный поиск

1.3 Троичный поиск

1.4 Интерполяционный поиск

**Структуры данных**

1.5 Массив

1.6 Стек

1.7 Очередь, двусторонняя очередь

1.8 Словарь

1.9 Хеш-таблица

**Сортировки, анализ алгоритмов**

2.1 Bubble sort (пузырьковая сортировка)

2.2 Merge sort (сортировка слиянием)

2.3 Quick sort (быстрая сортировка)

2.4 Bucket sort (блочная сортировка)

2.5 Heap sort (пирамидальная сортировка)

2.6 Insertion sort (сортировка вставками)

2.7 Counting sort (сортировка подсчетом)

2.8 Radix sort (порязрядная сортировка)

2.9 Timsort и другие гибридные алгоритмы сортировки

**Рекурсия, математическая индукция**

3.1 Хвостовая рекурсия

3.2 Обратная польская запись

3.3 Числа Каталана

3.4 Вычисление биномиальных коэффициентов

3.5 Метод градиентного спуска

3.6 Метод сопряженных градиентов

3.7 Принцип динамического программирования

3.8 Метод ветвей и границ

3.9 Методы Gradient boosting

3.10 Алгоритм Кадана

3.11 Поиск методом золотого сечения

3.12 Производящие функции

3.13 Запаздывающие генераторы Фибоначчи

3.14 Memoization

3.15 Корекурсия

3.16 Задача 3-SAT

3.17 Алгоритм фрактального сжатия

**Структуры данных (рекурсивные)**

3.18 Список

3.19 Дерево

3.20 Граф

**Строки**

4.1 Z-функция

4.2 Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта

4.3 Алгоритм Ахо-Корасик

4.4 Алгоритм Бойера-Мура

4.5 Алгоритм Бойера-Мура-Хорспула

4.6 Сходство Джаро-Винклера

4.7 Расстояние Левенштейна, алгоритм Укконена

4.8 Расстояние Дамерау-Левенштейна

4.9 Алгоритм Карпа-Миллера-Розенберга

4.10 Алгоритм Каркайнена-Сандерса

4.11 Алгоритм Арикавы-Аримуты-Касаи-Ли-Парка

4.12 Алгоритм Ву-Менбера

4.13 Алгоритм Ландау-Вишкена

4.14 Алгоритм Майерса

**Структуры**

4.15 Префиксное дерево

4.16 Суффиксный массив

4.17 Суффиксное дерево

**Порядковые статистики, потоковые алгоритмы**

5.1 Алгоритм BFPRT

5.2 Алгоритм Манро-Патерсона

5.3 Алгоритм Канна-Гринвальда

5.4 Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура

5.5 Алгоритм Lossy Count

**3 семестр:**

**Деревья**

1.1 Эйлеров обход дерева, DFS, BFS

1.2 Двоичное дерево поиска

1.3 Декартово дерево

1.4 Красно-черное дерево

1.5 АВЛ-дерево, дерево Фибоначчи

1.6 Splay tree (расширяющееся дерево)

1.7 B, B+, B\* дерево, 2-3 дерево

1.8 PQ-дерево

1.9 Дерево отрезков

1.10 Дерево Фенвика

1.11 Алгоритм двоичного подъема (задача LCA)

1.12 Алгоритм Фарах-Колтона и Бендера (RMQ, LCA)

1.13 Sqrt-декомпозиция

1.14 Центроидная декомпозиция

1.15 Heavy-light декомпозиция

1.16 Фибоначчиева куча

1.17 Куча, 2-3 куча

1.18 Очередь с приоритетами

1.19 Множество

1.20 Система непересекающихся множеств

1.21 Лес непересекающихся множеств

1.20 Ассоциативный массив

**Графы**

2.1 Обход в ширину (BFS)

2.2 Обход в глубину (DFS)

2.3 Топологическая сортировка

2.4 Алгоритм Munagala-Ranade

2.5 Алгоритм Mehlhorn-Meyer

2.6 Задача о динамической связности

2.7 Алгоритм поиска точек сочленения графа

2.8 Алгоритм поиска мостов графа

2.9 Алгоритм Косараю

2.10 Алгоритм Тарьяна

2.11 Задача 2-SAT

2.11 Алгоритм Брона-Кербоша

2.12 Конденсация графа

2.13 Раскраска графа

2.14 Задача о назначениях

2.15 Венгерский алгоритм

2.16 Алгоритм Ульмана

**Структуры**

2.17 Матрица смежности

2.18 Матрица достижимости

7.19 Матрица сильной связности

7.20 Матрица Лапласа

2.21 Матрица Инцидентности

2.22 Список смежности

2.23 Список ребер

**Графы: циклы**

3.1 Алгоритм поиска Эйлерова цикла

3.2 Алгоритм поиска Эйлерова пути

3.3 Алгоритм поиска Гамильтонова цикла

3.3 Алгоритм поиска Гамильтонова пути

3.4 Задача Коммивояжера

**Графы: остовное дерево**

4.1 Теорема Кирхгофа

4.2 Теорема Кэли о числе деревьев, код Прюфера

4.3 Лемма о безопасном (минимальном) ребре

4.4 Алгоритм Краскала

4.5 Алгоритм Примы

4.6 Алгоритм Борувки

4.7 Задача устранения петель в сети Ethernet (STP)

4.8 Задача Штейнера

**Графы: кратчайший путь**

5.1 Алгоритм Дейкстры

5.2 Алгоритм Best-First

5.3 Алгоритм A\*

5.4 Алгоритм Левита

5.5 Алгоритм Беллмана-Форда

5.6 Алгоритм Флойда-Уоршелла

5.7 Алгоритм ALT

5.8 Алгоритм Reach-based pruning

**Графы: потоки в сетях**

6.1 Алгоритм Форда-Фалкерсона

6.2 Алгоритм Эдмонса-Карпа (алгоритм Диница)

6.3 Алгоритм поиска потока минимальной стоимости

6.4 Сети Петри

6.5 Алгоритм проверки графа на двудольность

6.6 Алгоритм раскраски двудольного графа

6.7 Алгоритм Хопкрофта-Карпа

6.8 Венгерский алгоритм

6.9 Blossom алгоритм (алгоритм Эдмондса)

6.10 Алгоритм Штор-Вагнера

**Геометрия**

7.1 Метод Гаусса

7.2 Поиск точек в прямоугольнике

7.3 Алгоритм Бентли-Оттмана

7.4 Алгоритм Грэхема

7.5 Алгоритм Джарвиса

7.6 Алгоритм Чана

7.7 Алгоритм Киркпатрика

7.8 Метод трассировки луча

7.9 Метод суммирования углов

7.10 Диаграмма Вороного и триангуляция Делоне

7.11 Алгоритм Форчуна

7.12 Рекурсивное построение диаграммы Вороного

**Структуры**

7.13 R, R+, R\* дерево

7.14 K-мерное дерево

7.15 BSP, VP дерево

7.16 Дерево покрытий

**Персистентные структуры**

8.1 Метод копирования пути

8.2 Метод толстых узлов

**Структуры**

8.3 Персистентный стек

8.4 Персистентная очередь

8.5 Персистентное дерево

**Консенсус в сетях**

9.1 Алгоритм Paxos

9.2 Задача Византийских генералов

9.3 Кворум

9.4 CAP-теорема

9.5 PACELC-теорема

9.6 Королевский алгоритм

9.7 Алгоритм Zyzzyva

**Структуры**

9.8 Blockchain

**4 семестр:**

**Целочисленное программирование**

1.1 Каноническая форма, сложность решения

1.2 Алгоритмы полного перебора

1.3 Алгоритм Нарайаны

1.4 Задача о ранце

1 Алгоритм Meet-in-the-Middle

1.6 Задача раскроя

1.7 Метод обратного поиска

1.8 Задача планирования производства

1.9 Задача оптимизации телекоммуникационных сетей

1.10 Метод секущих плоскостей, алгоритм Гомори

1.11 Алгоритм Альфа-Бета отсечений

1.12 Жадные алгоритмы

1.13 Матроиды, алгоритм Радо-Эдмонса

**Быстрые вычисления**

2.1 Умножение Карацубы

2.2 Алгоритм Шенхаге-Штрассена

2.3 Алгоритмы возведения числа в степень

2.4 Алгоритмы возведения в степень числа по модулю

2.5 Алгоритм Кули-Тьюки

2.6 Алгоритм Штрассена

**Факторизация**

3.1 Алгоритм Евклида (НОД)

3.2 Алгоритм факторизации Ферма

3.3 Метод квадратичных форм Шенкса

3.4 Ро-алгоритм Полларда

3.5 Метод квадратичного решета

3.6 Общий метод решета числового поля

3.7 Факторизация с помощью эллиптических кривых

3.8 Тест Агравала-Каяла-Саксены

3.9 Алгоритм Берлекэмпа

**Дискретное логарифмирование**

4.1 Алгоритм Гельфонда-Шенкса

4.2 Алгоритм COS

**Обработка очередей**

5.1 Семейство алгоритмов Round-robin

5.2 Алгоритм EDF

5.3 Алгоритм SRTF

5.4 Алгоритм Fixed-priority pre-emptive scheduling

5.5 Задача составления расписания (JSP, OSSP)

5.6 CFS планировщик

5.7 BFS планировщик

**5 семестр:**

**Кеширование**

1.1 T-дерево

1.2 Алгоритм Белади

1.3 FIFO, LIFO кеширование

1.4 LRU, PLRU кеширование

1.5 MRU кеширование

1.6 RR кеширование

1.7 LFU кеширование

1.8 MQ кеширование

1.9 ARC кеширование

**Рандомизированные алгоритмы**

2.1 Метод Монте-Карло

2.2 Поиск наименьшего набора ребер, разрезающего циклы

2.3 Муравьиный алгоритм

2.4 Алгоритм Каргера

2.5 Изоморфизм графов (алгоритм Blum-Kanan)

2.6 Rapidly exploring random tree

2.7 Тасование Фишера-Йетса

2.8 Алгоритм Karloff–Zwick

**Вероятностные тесты на простоту**

3.1 Тест Ферма

3.2 Тест Миллера-Рабина

3.1 Тест Бейли-Померанца-Селфриджа-Уогстаффа

**Вебграфы**

4.1 Модель Болобаша-Альберта

4.2 Модель Болобаша-Риордана

4.3 Модель Бакли-Остгус

4.4 Модель копирования

4.5 PageRank, Google matrix

**Структуры**

41 MapReduce

4.2 Apache GiGraph

4.3 Pregel

**Хеширование**

5.1 Двойное хеширование

5.2 Фильтр Блума

5.3 Count-min sketch

5.4 Универсальное хеширование

5.5 SWIFFT

5.6 MD5

5.7 SHA-2

5.8 SHA-3 (Keccak)

5.9 Дерево Меркла

5.10 Подпись Меркла

5.11 Хеш-функции, учитывающие близость (LSH)

5.12 Хеширование на основе расстояния Хэмминга

5.13 MinHash

5.14 SimHash

5.15 Поиск ближайшего соседа c помощью LSH

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?
2. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

СПАСИБО!

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

Базовое образование и/или ученая степень соответствующая профилю дисциплины.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Лекционная аудитория.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Мультимедийный проектор. Маркерная доска. Канцелярские принадлежности.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные (из расчета 4 фломастера на 4 часа занятий).  
  
Губка для маркерной доски.  
  
**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Ахо А., Д.Э. Хопрофт, Д.Д.Ульман. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Вильямс, 2003-2016.

2. Сэджвик Р. Фундаментальные алгоритмы на С++. Анализ, структуры данных, сортировка, поиск. – ДиаСофт, 2001. ЭР открытого доступа в сети интернет

3. Сэджвик Р. Фундаментальные алгоритмы на С++. Алгоритмы на графах.- ДиаСофт, 2002. ЭР открытого доступа в сети интернет

4. Skiena Steven S. The Algorithm Design Manual. – Springer, 2008. - ЭР по подписке СПбГУ

5. Сегаран Тоби. Программируем коллективный разум. - O'Really, 2008. - ЭР открытого доступа в сети интернет : http://mexalib.com/view/167673

6. Sedgwick Robert, Kevin Wayne. Algorithms. - Pearson Education, 2011. - ЭР открытого доступа в сети интернет : http://mexalib.com/view/43614

7. Окулов С.М. Алгоритмы обработки строк. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012.

Нет в библиотеке; ЭР открытого доступа в сети интернет : https://studfiles.net/preview/6070855/

8. Kent D. Lee, Steve Hubbard. Data Structures and Algorithms with Python. – Springer, 2015. - ЭР по подписке СПбГУ  
  
**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Sanjoy Dasgupta, Christos H. Papadimitriou, and Umesh Vazirani. Algorithms. - McGraw-Hill, 2006. - ЭР открытого доступа в сети интернет

2. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein. Introduction to Algorithms. – 2-nd ed.- Cambridge: The MIT Press, 2001. - ЭР открытого доступа в сети интернет

3. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. – 2-е изд. - М.: МЦНМО, 2004-2014.

3.1 ЭР открытого доступа в сети интернет

4. R. Motwani, P. Raghavan. Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995. - ЭР открытого доступа в сети интернет  
  
**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

По усмотрению обучающегося.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Михаил Сергеевич Ананьевский, к.ф.-м.н., доцент каф. Теоретической кибернетики, m.s.ananyevskiy@spbu.ru