

# 1 Формат спецкурса

В осеннем семестре 2022-2023 будет проводится два спецкурса по алгоритмам и структурам данных. Первый спецкурс рассчитан на начинающих студентов, которые хотят узнать больше о спортивном программировании, освоить базовые алгоритмы и структуры данных. Второй спецкурс будет полезен студентам, которые имеют опыт в спортивном программировании.

Каждую неделю проходит лекция и семинар. На лекции рассматриваются алгоритмы и структуры данных, примеры задач с их использованием. Записи лекций публикуются. На семинаре мы разбираем и обсуждаем задачи.

## 2 Программа спецкурса для начинающих

### 1. Вводная лекция. C++.

Примитивные типы данных. Операторы (арифметические, сравнения, IO). Синтаксические конструкции (условия, циклы, функции). Оценка времени работы программы. IDE. Отладчик.

### 2. Линейные структуры данных.

Динамический массив. Стек. Очередь. Дек. Список. Реализация на массиве и на указателях. Классы `vector`, `stack`, `queue`, `deque`, `list`, `forward_list`.

### 3. Сортировки.

Сортировка пузырьком, выбором. Быстрая сортировка. Сортировка слиянием. Сортировка подсчетом. Функция `sort`. Компараторы.

### 4. Бинарный поиск.

Бинарный поиск в массиве. Бинарный поиск по функции. Бинарный поиск по ответу. Функции `lower_bound`, `upper_bound`, `binary_search`.

### 5. Древовидные структуры данных.

Бинарное поисковое дерево. Бинарная куча. Упорядоченное множество. Ассоциативный массив. Классы `set`, `multiset`, `map`. Компараторы.

### 6. Теория чисел.

Проверка числа на простоту. Решето Эратосфена. Факторизация. Алгоритм Евклида. Быстрое возведение в степень. Арифметика по модулю. Поиск обратного числа по простому модулю.

### 7. Жадные алгоритмы.

Жадные алгоритмы. Применения в задачах.

### 8. Динамическое программирование.

Одномерное ДП. Наибольшая возрастающая подпоследовательность. Многомерное ДП. Задача о рюкзаке. Наибольшая общая подпоследовательность.

### 9. Графы.

Определения. Обход в глубину. Поиск компонент связности. Поиск цикла.

### 10. Кратчайшие пути в графах.

Обход в ширину. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Форда-Беллмана. Алгоритм Флойда.

### 11. Строки.

Хеш. Полиномиальный хеш. Префикс-функция. Z-функция.

## 3 Программа спецкурса для продолжающих

### 1. Минимальное остовное дерево.

Критерий циклов. Критерий разрезов. Система независимых множеств. Алгоритм Крускала. Алгоритм Прима.

### 2. Графы.

Поиск эйлерова пути и эйлерова цикла. Топологическая сортировка. Компоненты сильной связности. Ретроанализ.

### 3. Паросочетания.

Паросочетание в двудольном графе. Алгоритм Куна. Задачи о независимом множестве и вершинном покрытии в двудольном графе. Теорема Дилворта.

4. **Структуры данных.**  
Дерево Фенвика. Sparse table. Поиск LCA в дереве за  $\mathcal{O}(N \log N)$ ,  $\mathcal{O}(1)$ .
5. **Корневая декомпозиция.**  
Корневая декомпозиция массива. Корневая декомпозиция запросов. Корневая декомпозиция на графе.
6. **Метод «разделяй и властвуй».**  
Метод «разделяй и властвуй». Dynamic Connectivity Problem offline.
7. **Геометрия.**  
Точка, вектор. Скалярное и векторное произведение. Отрезок. Проверка на пересечение отрезков. Прямая. Многоугольник. Площадь многоугольника.
8. **Геометрия.**  
Выпуклость. Выпуклая оболочка множества точек. Алгоритм Грэхема. Алгоритм Джарвиса. Поиск касательной к выпуклому многоугольнику. Окружность. Пересечение окружностей.
9. **Теория чисел.**  
Дискретное логарифмирование. Поиск первообразного корня. Метод  $\rho$ -Полларда для проверки на простоту.
10. **Строки.**  
Хеш. Полиномиальный хеш. Префикс-функция. Z-функция.
11. **Строки.**  
Бор. Автомат Ахо-Корасик.
12. **2-SAT.**  
NP-полные задачи. Задача 2-SAT.