

## 2. УЧЕБНЫЙ КУРС

### АЛГОРИТМЫ И АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ

ННГУ\_ВМК\_ФИИТ\_M206 (ААС)

#### Цели и задачи курса

Учебный курс знакомит студентов с основными моделями вычислений, сыгравшими существенную роль в формировании математического понятия алгоритма, и критериями сложности алгоритмов, дает представление о том, что такое потребительские качества алгоритмов. Рассматриваются методы структуризации данных в оперативной памяти, как одно из основных средств построения эффективных алгоритмов. Изучаются широко применяемые в практике программирования структуры данных. Затрагиваются вопросы оценивания сложности вновь разрабатываемых последовательных и параллельных алгоритмов и доказательства их правильности.

#### Требования к слушателям

Знание учебного материала курсов М207 «Дискретная математика», М201 «Теория графов», М208 «Теория автоматов и формальных языков».

#### Описание курса

Основными учебными разделами курса являются:

- **Теоретические модели вычислений** – 2 часа  
Теоретические модели вычислений: Абак, машина Тьюринга и др. Понятие о частичной и полной корректности программ. Методика Флойда для доказательства частичной корректности программ. Методы доказательства завершаемости программ.
- **Амортизационный анализ** – 2 часа  
 $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$ -символика и другие сведения из математического анализа, необходимые для асимптотического оценивания алгоритмов. Амортизационные оценки. Примеры алгоритмов с оценками трудоемкости. Амортизационный анализ работы двоичного счетчика.
- **Сложность алгоритма** – 2 часа  
Модельная сложность алгоритма. Сведения о полиномиальной зависимости сложностных характеристик для разных моделей вычислений. Примеры получения нижней оценки сложности.
- **Классы сложности** – 2 часа  
Примеры задач, разрешимых за полиномиальное время, примеры полиномиальных алгоритмов. P-NP классы сложности. Теорема Кука, примеры NP-полных задач. Примеры полиномиальных сводимостей.
- **Структуры данных** – 2 часа  
Понятие об абстрактных типах данных и структурах данных для их реализации в памяти прямого доступа.
- **Разделенные множества** – 2 часа  
Способы представления разделенных множеств с оценками трудоемкости операций. Примеры алгоритмов, эффективно использующих разделенные множества. Амортизационный анализ работы с разделенными множествами с использованием рангов и со сжатием путей.
- **Приоритетные очереди** – 2 часа  
Комбинаторные свойства d-деревьев. Реализация приоритетной очереди на основе d-деревьев. Оценки трудоемкости операций.
- **Пирамидальная сортировка** – 2 часа  
Сравнительный анализ различных видов сортировки. Использование приоритетной очереди в алгоритме нахождения кратчайших путей в графе. Другие примеры использования приоритетных очередей с оценками трудоемкости.
- **Левосторонние деревья** – 2 часа  
Комбинаторные свойства левосторонних деревьев. Реализация приоритетных очередей на основе левосторонних деревьев. Реализация основных операций с оценками трудоемкости. Ленивые левосторонние кучи, реализация основных операций.

- **Самоорганизующиеся кучи** – 2 часа  
Амортизационный анализ работы с самоорганизующимися кучами.
- **Биномиальные деревья** – 2 часа  
Комбинаторные свойства биномиальных деревьев. Реализация приоритетных очередей на основе биномиальных деревьев. Реализация основных операций с оценками трудоемкости. Фибоначчиевы кучи, оценки трудоемкости операций.
- **Поисковые деревья** – 2 часа  
Поисковые деревья, критерии и способы балансировки поисковых деревьев. Красно-черные деревья и их комбинаторные свойства. AVL-деревья и их комбинаторные свойства. B-деревья.
- **Комбинированное использование различных структур данных** – 2 часа  
Примеры комбинированного использования различных структур данных.
- **Поиск фрагментов в текстах** – 2 часа  
Алгоритм Кнута–Морриса–Пратта с оценкой трудоемкости. Алгоритм Бойера–Мура и др.
- **Модели параллельных вычислений**<sup>ПАР</sup> – 4 часа  
Модели параллельных вычислений для вычислительных систем с общей (PRAM, DSM, NUMA) и распределенной (BSP, LogP) памятью. Различные схемы доступа к памяти (эксклюзивные и конкурентные методы доступа). Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов (модель Хокни).  
Оценка трудоемкости параллельных алгоритмов на примере задачи сортировки. Алгоритм чет-нечетной сортировки. Параллельный алгоритм пузырьковой сортировки. Параллельная сортировка Шелла. Параллельный алгоритм быстрой сортировки. Параллельная сортировка с использованием регулярного набора образцов.

Учебный курс включает лабораторный практикум.

### Ожидаемые результаты обучения

Обучаемые, успешно освоившие учебный курс, будут знать:

- методы реализации таких абстрактных типов данных, как приоритетные очереди, словари, раз-деленные множества;
- классические алгоритмы поиска фрагментов в текстах и используемые в них структуры данных;
- методы оценки трудоемкости последовательных и параллельных алгоритмов.

Обучаемые, успешно освоившие учебный курс, будут уметь:

- выбирать или конструировать новые методы реализации на основе анализа разрабатываемого алгоритма;
- применять классические алгоритмы и структуры данных при разработке сложных программных систем;
- проводить оценку трудоемкости последовательных и параллельных вновь разрабатываемых алго-ритмов и программ.

### Учебная литература

1. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы. Модели вычислений. Алгоритмы. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2005.
2. Ахо А.В., Хопкрофт Дж., Ульман Дж.Д. Структуры данных и алгоритмы / Пер. с англ.: Уч. пос. М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.
3. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Том 1: Основные алгоритмы. СПб.: Невский Диалект, БХВ-Петербург, 2003.
4. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: МЦНМО, 2000.
5. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. М.: Интернет-Университет Информационных технологий; Бином, 2007. 424 с.
6. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. М.: Изд-во Московского университета, 2010. 544 с.

**Контактная информация:** доцент каф. МЛиВА, к.ф.-м.н., В.А. Таланов