

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГУ»)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Факультет информационных систем и безопасности  
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

## **ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика  
Направленность (профиль) Математика информационных сред

Уровень высшего образования: бакалавриат  
Форма обучения: очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2022

ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

Канд. тех. наук, доц., профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики

*А.Д. Козлов*

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

фундаментальной и прикладной математики

№ 10 от 05.04.2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1.# Пояснительная записка .....	4#
1.1.# Цель и задачи дисциплины .....	4#
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций .....	4#
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4#
2.# Структура дисциплины .....	5#
3.# Содержание дисциплины .....	5#
4.# Образовательные технологии .....	6#
5.# Оценка планируемых результатов обучения .....	6#
5.1# Система оценивания .....	6#
5.2# Критерии выставления оценки по дисциплине .....	7#
5.3# Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	8#
6.# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11#
6.1# Список источников и литературы .....	11#
6.2# Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». ....	11#
6.3# Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы .....	12#
7.# Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	12#
8.# Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов .....	12#
9.# Методические материалы .....	13#
9.1# Планы практических занятий .....	13#
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины .....	17#

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление студентов с современными способами конструирования алгоритмов обработки информации, оценкой сложности и эффективности алгоритмов, а также с выбором структур данных для их хранения и использования.

Задачи дисциплины: обеспечить овладение будущими специалистами современными методами изучения свойств и закономерностей алгоритмов и разнообразных формальных моделей их представления.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей	ПК-3.1. Владеет навыками работы с информационными системами для разработки новых теоретических положений и решения практических проблем	<i>Знать:</i> содержание утверждений и следствий из них, используемых для обоснования выбираемых математических методов решения прикладных и социально-экономических задач; основные приемы решения математических задач. <i>Уметь:</i> применять полученные знания по дисциплине при анализе способов решения поставленных задач; применять математический и программный инструментарий при решении поставленных задач. <i>Владеть:</i> способностью производить самостоятельный выбор методов решения; навыками решения основных математических задач; навыками анализа и обработки необходимых данных для математической постановки и решения задач; навыками анализа и интерпретации результатов решения задач.
	ПК-3.3. Выделяет информационные потоки, определяет точки бифуркаций	<i>Знать:</i> области применения современных алгоритмов. <i>Уметь:</i> выбирать наиболее эффективные алгоритмы для решения задач. <i>Владеть:</i> методами оценки сложности алгоритмов.
	ПК-3.4. Строит математические модели различных типов, исследует их	<i>Знать:</i> математические методы оценки сложности алгоритмов различной структуры. <i>Уметь:</i> эффективно решать задачи выбора алгоритма и структуры данных в зависимости от решаемой задачи и доступных вычислительных ресурсов. <i>Владеть:</i> обработкой на ЭВМ данных различной структуры, используемых в современных задачах.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теории сложности алгоритмов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин (модулей): «Математический анализ», «Дифференциальное и интегральное исчисления», «Математика в алгоритмических задачах», «Теория графов», «Современные технологии программирования в задачах математики», «Функциональное программирование», «Архитектура ЭВМ», «Дифференциальные уравнения».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Математическое моделирование»,

«Математические модели обработки изображений», «Дополнительные главы дискретной математики и математической логики», «Имитационное моделирование случайных процессов», «Математические основы моделирования социальных систем», «Методы оптимизации», «Теория кодирования», Производственная практика «Проектно-технологическая практика», Производственная практика «Научно-исследовательская работа».

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 академических часов.

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
6	Лекции	18
6	Практические занятия	24
Всего:		42

Объем дисциплины в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 66 академических часов.

## 3. Содержание дисциплины

### Тема 1. Математические методы теории алгоритмов.

Сравнение функций. Асимптотическая нотация и её свойства. Поведение функций и порядок их роста. Временная и объёмная сложность алгоритма. Оценка сложности алгоритма и порядок его сложности.

### Тема 2. Индуктивные и рекурсивные модели.

Индуктивные доказательства и понятие рекурсии. Рекурсивное определение информационных структур. Последовательности и операции над ними. Алгоритмы сортировки последовательностей.

### Тема 3. Основные древовидные информационные структуры

Рекурсивное определение двоичного дерева. Характеристики деревьев. Алгоритмы обхода двоичных деревьев. Двоичные деревья поиска и операции с ними. Полные и заполняемые деревья. Рекурсивное определение кучи (Heap). Вставка и удаление элемента из кучи. Сортировка структуры кучи – Heapsort.

### Тема 4. Аналитические методы анализа сложности алгоритмов.

Анализ последовательных и циклических структур. Рекуррентные соотношения и методы их решения. Однородные и неоднородные соотношения. Замена переменных в рекуррентных соотношениях.

### Тема 5. Динамические связные структуры.

Связные списки и операции над ними. Реализации списков. Структуры стеков и очередей и операции над ними. Реализации стеков и очередей. Графовые структуры, их представление матрицами и списками. Пути в графе, обходы графа. Эйлеровы и гамильтоновы пути в графе. Алгоритмы с возвратом. Взвешенные графы и задача о кратчайших путях; штурманская задача. Алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры. Упорядочение графа (топологическая сортировка). Поиск минимальных потоков. Алгоритм Флойда-Уоршалла.

#### **Тема 6. Разреженные матрицы и их приложения.**

Способы хранения и операции над разреженными матрицами.

#### **Тема 7. Файлы и работа с ними.**

Особенности файловых структур. Особенности сортировки файлов. Сортировка файлов методом слияния. Осциллирующая и многофазная сортировка файлов. Оценка сложности алгоритмов сортировки файлов.

#### **Тема 8. Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.**

Многотомное хранение информации. Алгоритмы обмена информацией с архивом. Управление информационным обменом с помощью хеш-функций.

#### **Тема 9. Методы пошагового решения задач оптимизации.**

Алгоритмы динамического программирования.

### **4. Образовательные технологии**

Для проведения *занятий лекционного типа* по дисциплине применяются такие образовательные технологии как лекция-визуализация с применением слайд-проектора.

Для проведения *практических занятий* используются такие образовательные технологии как: решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков.

В рамках *самостоятельной работы* студентов проводится консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

### **5. Оценка планируемых результатов обучения**

#### **5.1 Система оценивания**

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- домашнее задание	10 баллов	50 баллов
- тестирование	10 баллов	10 баллов

Промежуточная аттестация - экзамен (экзамен по билетам)		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно		не зачтено
0 – 19		F	

## 5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	отлично	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ C	хорошо	Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».
67-50/ D,E	удовлетворительно	Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
49-0/ F,FX	неудовлет- ворительно	Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Текущий контроль

*Вопросы для опроса см. п.9.1, контрольные вопросы*

#### *Примерные вопросы для тестирования*

1. Переменная структура допускает изменение
  - 1) Значений полей.
  - 2) Количества элементов и связей между ними.
  - 3) Названия.
2. Вектор содержит
  - 1) Поля с разными названиями.
  - 2) Элементы различных типов.
  - 3) Конечное множества скаляров.
3. Для трёхмерного массива вычисление линейной функций адресации требует количества умножений, равного
  - 1) Трёх.
  - 2) Одному.
  - 3) Нулю (не требует умножений).
4. Двоичный поиск может проводиться, если список
  - 1) Упорядоченный.
  - 2) Неупорядоченный
  - 3) Любой.
5. Чтение и запись элементов в очередь производится
  - 1) В любом месте.
  - 2) С одного конца очереди.
  - 3) С разных концов очереди.
6. Сколько указателей надо использовать для работы стека
  - 1) Один.
  - 2) Два.
  - 3) Ни одного.
7. Представление ориентированного графа из  $N$  вершин и  $M$  рёбер списком инцидентности требует
  - 1)  $M$  ячеек памяти.
  - 2)  $N$  ячеек памяти.



- 3)  $N+M$  ячеек памяти.
8. Представление неориентированного графа из  $N$  вершин и  $M$  рёбер списком инцидентности требует
- 1)  $N+M$  ячеек памяти.
  - 2)  $M$  ячеек памяти.
  - 3)  $2*M$  ячеек памяти.
9. Длину кратчайшего пути во взвешенном графе, имеющем 10000000 вершин, можно найти
- 1) Алгоритмом Форда-Беллмана.
  - 2) Алгоритмом поиска в глубину.
  - 3) Алгоритмом поиска в ширину.
10. Алгоритм поиска в глубину основан на размещении вершин
- 1) В очереди.
  - 2) В стеке.
  - 3) В множестве.
11. Гамильтонов путь в графе проходит точно один раз
- 1) Через каждую вершину графа.
  - 2) Через каждый цикл графа.
  - 3) Через каждое ребро графа.
12. Алгоритм с возвратами при построении Гамильтонова пути в графе является
- 1) Линейным.
  - 2) Циклическим.
  - 3) Рекурсивным.
13. Количество вершин нечётной степени в графе НЕ может быть равно
- 1) 3.
  - 2) 4.
  - 3) 6.
14. Алгоритм Форда-Беллмана можно использовать для графов, содержащих
- 1) Циклы.
  - 2) Рёбра отрицательной длины.
  - 3) 1) и 2).
15. Алгоритм Форда-Беллмана для графа из  $N$  вершин и  $M$  рёбер, содержащего цикл отрицательной длины, заканчивается после количества шагов, равного
- 1)  $N-2$ .
  - 2) 0 (сразу).
  - 3) Бесконечности (алгоритм заикливается).
16. Алгоритм Дейкстры для графа из  $N$  вершин и  $M$  рёбер, содержащего цикл отрицательной длины, заканчивается после количества шагов, равного
- 1) Бесконечности (алгоритм заикливается).
  - 2) 0 (сразу).
  - 3)  $N$ , но даёт ошибочный результат.
17. Алгоритм поиска длины кратчайшего пути для графа без циклов требует предварительной перенумерации вершин в соответствии с
- 1) Количеством входящих в вершину рёбер.
  - 2) Последовательностью прохождения вершин.
  - 3) Количеством выходящих из вершины рёбер.
18. Алгоритм перенумерации вершин в соответствии с последовательностью прохождения вершин для ориентированного графа без циклов из  $N$  вершин и  $M$  рёбер в худшем случае требует времени, пропорционального
- 1)  $N*M$ .
  - 2)  $N^2$ .
  - 3)  $M$ .

19. Алгоритм поиска кратчайшего пути между всеми парами вершин взвешенного графа матричным умножением по сравнению с последовательным применением алгоритма Дейкстры работает

- 1) Быстрее.
- 2) Медленнее.
- 3) С той же скоростью.

20. Алгоритм Флойда-Уоршалла по сравнению с последовательным применением алгоритма Дейкстры работает

- 1) Медленнее.
- 2) С той же скоростью.
- 3) Быстрее.

### *Примерные варианты домашних заданий*

**Домашнее задание №1.** Исследовать скорость сортировки массивов методами: «пузырька», вставками и Хоара. Сравнить эффективность методов для трех размеров массивов и трех степеней их первоначальной упорядоченности.

**Домашнее задание № 2.** Построить последовательность слов и набор функций ее обработки: поиск слова; его вставку и удаление из последовательности до и после произвольного слова; удаление дублетов; очистка последовательности. Определить сложность построенных алгоритмов.

**Домашнее задание № 3.** Задана система двусторонних дорог. Для каждой пары городов найти длину кратчайшего пути между ними.

**Домашнее задание № 4.** Разреженная (содержащая много нулей) матрица хранится в форме 3 объектов:

- вектор  $A$  содержит значения ненулевых элементов;
- вектор  $IA$  содержит номера строк для элементов вектора  $A$ ;
- связный список  $JA$ , в элементе №  $k$  которого находится номер компонент в  $A$  и  $IA$ , с которых начинается описание столбца №  $k$  матрицы  $A$ .

Смоделировать операцию умножения хранящихся в этой форме матрицы и вектора-столбца с получением результата в той же форме.

**Домашнее задание № 5.** Произвести разбиение книги из  $N$  глав по  $P_i$  страниц в каждой на  $K$  томов. Перестановка глав и разбиение главы на части в разных томах не допускаются; требуется минимизировать объём самого многостраничного тома.

### **Промежуточная аттестация**

#### *Контрольные вопросы по дисциплине*

1. Алгоритмы и данные. Общая характеристика.
2. Общие сведения о типах данных.
3. Структуры хранения данных
4. Общие сведения о линейных структурах данных.
5. Одномерные и многомерные массивы, функции адресации.
6. Временная и объёмная сложность алгоритма, их оценки.
7. Последовательности и операции над ними. Алгоритмы сортировки последовательностей.
8. Структуры стека и операции над стеками.
9. Структуры очередей и операции над ними.

10. Общие сведения о нелинейных структурах данных.
11. Графы. Основные определения.
12. Представления графов.
13. Пути в графе.
14. Обходы графов. Поиск в глубину и в ширину. Применение рекурсии.
15. Древовидные информационные структуры. Алгоритмы обхода двоичных деревьев.
16. Двоичные деревья поиска и операции с ними
17. Построение путей в графах. Алгоритмы с возвратом.
18. Алгоритмы работы с кучей (HEAP).
19. Взвешенные графы. Кратчайшие пути на графе.
20. Алгоритм Форда-Беллмана.
21. Алгоритм Дейкстры.
22. Алгоритм Флойда-Уоршалла.
23. Упорядочение графа (топологическая сортировка).
24. Разреженные матрицы. Способы хранения и операции над ними.
25. Алгоритмы динамического программирования.
26. Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.
27. Особенности файловых структур и сортировки файлов.
28. Алгоритмы сортировки файлов и оценка их сложности.
29. Рекуррентные соотношения и методы их решения.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Список источников и литературы

#### Литература

##### Основная

1. Алгоритмы: построение и анализ : [пер. с англ.] / Томас Кормен [и др.]. - 2-е изд. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2010. - 1290 с. : рис. ; 25 см. - Пер. изд.: Introduction to algorithms / Thomas H. Cormen [et al.]. - Доп. тит. л. ориг. англ. - Библиогр.: с. 1257-1276 (320 назв.). - Предм. указ.: с. 1277-1290. - ISBN 978-5-8459-0857-5. - ISBN 0-07-013151-1
2. Ахо Альфред В. Структуры данных и алгоритмы : [пер. с англ.] / Альфред В. Ахо, Джон Э. Хопкрофт, Джеффри Д. Ульман. - М. : Вильямс, 2010. - 391 с. : рис. ; 25 см. - Пер. изд.: Data structures and algorithms / A. V. Aho, J. E. Hopcroft, J. D. Ullman. - Доп. тит. л. ориг. англ. - Библиогр.: с. 377-382. - Предм. указ.: с. 383-391. - ISBN 978-5-8459-1610-5. - ISBN 0-201-00023-7

##### Дополнительная

1. Шиханович Ю. А. Минимум по теории алгоритмов для нематематиков : учеб. пособие / Ю. А. Шиханович. - М.: Науч. мир, 2009. - 158 с.

### 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. Т. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М. МЦНМО, 2005. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://padabum.com/d.php?id=28453>
2. Rosen K., Michaels J., Gross J. et al. Handbook of discrete and combinatorial mathematics. – Washington, D.C.: CRC Press, 2000. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

[https://doc.lagout.org/science/0\\_Computer%20Science/3\\_Theory/Mathematics/Handbook%20Of%20Discrete%20And%20Combinatorial%20Mathematics.pdf](https://doc.lagout.org/science/0_Computer%20Science/3_Theory/Mathematics/Handbook%20Of%20Discrete%20And%20Combinatorial%20Mathematics.pdf)

3. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы. – М., Вильямс, 2003. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://razym.ru/naukaobraz/obrazov/181547-aho-a-ulman-d-hopkroft-d-struktury-dannyh-i-algoritmy.html>

4. Д.Кук, Г.Бейз. Компьютерная математика.- М.: Наука, 1990. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://padabum.com/d.php?id=10388>

Национальная электронная библиотека (НЭБ) [www.rusneb.ru](http://www.rusneb.ru)  
ELibrary.ru Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

### **6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения:

- для лекций: учебные аудитории, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

- для практических занятий: компьютерный класс или лаборатория, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком для преподавателя, компьютерами для обучающихся, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Microsoft Visual Professional 2019
4. Mozilla Firefox
5. Kaspersky Endpoint Security

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляются увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA SE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;

- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **9. Методические материалы**

### **9.1 Планы практических занятий**

#### **Тема 1. Математические методы теории алгоритмов.**

*Задания:*

## 1. Изучить разделы темы.

Сравнение функций. Асимптотическая нотация и её свойства. Поведение функций и порядок их роста. Временная и объёмная сложность алгоритма. Оценка сложности алгоритма и порядок его сложности.

*Указания по выполнению заданий:*

## 1. Ответить на контрольные вопросы

- Понятие данных.
- Общие сведения о типах данных.
- Простые типы данных в ЭВМ. Операции над ними.
- Структуры данных (логические и физические).
- Связь структуры данных и алгоритма.
- Структуры хранения данных

## **Тема 2. Индуктивные и рекурсивные модели.**

*Задания:*

## 1. Изучить разделы темы.

Индуктивные доказательства и понятие рекурсии. Рекурсивное определение информационных структур. Последовательности и операции над ними. Алгоритмы сортировки последовательностей.

*Указания по выполнению заданий:*

## 1. Ответить на контрольные вопросы

- Простейшие статические структуры.
- Общие сведения о линейных структурах данных.
- Функции адресации, принцип линейной адресации.
- Одномерные и многомерные массивы.
- Структуры хранения массивов.

## **Тема 3. Основные древовидные информационные структуры.**

*Задания:*

## 1. Изучить разделы темы.

Рекурсивное определение двоичного дерева. Характеристики деревьев. Алгоритмы обхода двоичных деревьев. Двоичные деревья поиска и операции с ними. Полные и заполняемые деревья. Рекурсивное определение кучи (Heap). Вставка и удаление элемента из кучи. Сортировка структуры кучи – Heapsort.

*Указания по выполнению заданий:*

## 1. Ответить на контрольные вопросы

- Полустатические структуры данных. Записи. Строки.
- Линейные динамические связные структуры. Односвязные и двусвязные списки.
- Нелинейные связные структуры. Многосвязные списки.
- Операции над списками. Реализации списка.
- Структуры стека. Операции над стеками. Реализации стека.
- Применение стеков при разработке приложений.
- Очереди. Структура очередей и операции над ними. Реализации очереди.

## **Тема 4. Аналитические методы анализа сложности алгоритмов.**

*Задания:*

## 1. Изучить разделы темы.

Анализ последовательных и циклических структур. Рекуррентные соотношения и методы их решения. Однородные и неоднородные соотношения. Замена переменных в рекуррентных соотношениях.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Общие сведения о нелинейных структурах данных.
  - Графы: основные определения и понятия.
  - Примеры графовых структур.
  - Представление графов матрицами и списками.

### **Тема 5. Динамические связные структуры.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Связные списки и операции над ними. Реализации списков. Структуры стеков и очередей и операции над ними. Реализации стеков и очередей. Графовые структуры, их представление матрицами и списками. Пути в графе, обходы графа. Эйлеровы и гамильтоновы пути в графе. Алгоритмы с возвратом. Взвешенные графы и задача о кратчайших путях; штурманская задача. Алгоритмы Форда-Беллмана и Дейкстры. Упорядочение графа (топологическая сортировка). Поиск минимальных потоков. Алгоритм Флойда-Уоршалла.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Пути в графе.
  - Обходы графов.
  - Поиск в глубину и в ширину.
  - Применение рекурсии и итерации.
  - Общие сведения о деревьях.
  - Построение остовных деревьев (каркасов) графа.

### **Тема 6. Разреженные матрицы и их приложения.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Способы хранения и операции над разреженными матрицами.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Эйлеровы пути в графе.
  - Гамильтоновы пути в графе.
  - Алгоритмы с возвратом.

### **Тема 7. Файлы и работа с ними.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Особенности файловых структур. Особенности сортировки файлов. Сортировка файлов методом слияния. Осциллирующая и многофазная сортировка файлов. Оценка сложности алгоритмов сортировки файлов.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы
  - Взвешенные графы.
  - Кратчайшие пути на графе
  - Штурманская задача.
  - Алгоритм Форда-Беллмана.

### **Тема 8. Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Многотомное хранение информации. Алгоритмы обмена информацией с архивом. Управление информационным обменом с помощью хеш-функций.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Алгоритм Дейкстры.
- Упорядочение графа (топологическая сортировка).
- Поиск минимальных потоков.
- Алгоритм Флойда-Уоршалла.

## **Тема 9. Методы пошагового решения задач оптимизации.**

*Задания:*

1. Изучить разделы темы.

Алгоритмы динамического программирования.

*Указания по выполнению заданий:*

1. Ответить на контрольные вопросы

- Разреженные матрицы и их приложения.
- Способы хранения и операции над разреженными матрицами.



## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теории сложности алгоритмов» реализуется на факультете информационных систем и безопасности кафедрой фундаментальной и прикладной математики.

Цель дисциплины: ознакомление студентов с современными способами конструирования алгоритмов обработки информации, оценкой сложности и эффективности алгоритмов, а также с выбором структур данных для их хранения и использования.

Задачи: обеспечить овладение будущими специалистами современными методами изучения свойств и закономерностей алгоритмов и разнообразных формальных моделей их представления.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* содержание утверждений и следствий из них, используемых для обоснования выбираемых математических методов решения прикладных и социально-экономических задач; основные приемы решения математических задач; области применения современных алгоритмов; математические методы оценки сложности алгоритмов различной структуры.

*Уметь:* применять полученные знания по дисциплине при анализе способов решения поставленных задач; применять математический и программный инструмент при решении поставленных задач; выбирать наиболее эффективные алгоритмы для решения задач; эффективно решать задачи выбора алгоритма и структуры данных в зависимости от решаемой задачи и доступных вычислительных ресурсов.

*Владеть:* способностью производить самостоятельный выбор методов решения; навыками решения основных математических задач; навыками анализа и обработки необходимых данных для математической постановки и решения задач; навыками анализа и интерпретации результатов решения задач; методами оценки сложности алгоритмов; обработкой на ЭВМ данных различной структуры, используемых в современных задачах.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы.