

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



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

**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 квалификации выпускника - бакалавр  
Форма обучения - очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2019

## ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

Канд. тех. наук, доц., профессор кафедры Фундаментальной и прикладной математики  
А.Д.Козлов

Ответственный редактор

Доктор пед. наук, профессор,  
зав. каф. ФПМ В.К.Жаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры  
фундаментальной и прикладной математики  
№ 13 от 28.06.19

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

### **1. Пояснительная записка**

1.1 Цель и задачи дисциплины

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

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

### **2. Структура дисциплины**

### **3. Содержание дисциплины**

### **4. Образовательные технологии**

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

5.1. Система оценивания

5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

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

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

6.1. Список источников и литературы

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

### **9. Методические материалы**

9.1. Планы практических занятий

## **Приложения**

Приложение 1. Аннотация дисциплины

Приложение 2. Лист изменений

## 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
ПКУ-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	ПКУ-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.
	ПКУ-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.
	ПКУ-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 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 42 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 48 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия			
1	Математические методы теории алгоритмов.	6	2	2		4	Опрос
2	Индуктивные и рекурсивные модели.	6	2	2		4	Домашнее задание № 1
3	Основные древовидные информационные структуры.	6	2	2		4	Опрос
4	Аналитические методы анализа сложности алгоритмов.	6	2	2		4	Домашнее задание № 2
5	Динамические связные структуры	6	2	2		8	Домашнее задание № 3
6	Разреженные матрицы и их приложения.	6	2	4		8	Тестирование
7	Файлы и работа с ними.	6	2	4		8	Домашнее задание № 4
8	Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.	6	2	4		4	Опрос
9	Методы пошагового решения задач оптимизации.	6	2	2		4	Домашнее задание № 5
	Экзамен	6			18		Экзамен по билетам
	<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>48</b>	

### **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

##### Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	2	3	4
1	Математические методы теории алгоритмов.	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
2	Индуктивные и рекурсивные модели.	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
3	Основные древовидные информационные структуры	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
4	Аналитические методы анализа сложности алгоритмов.	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
5	Динамические связные структуры.	Лекция Практические занятия Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
6	Разреженные матрицы и их приложения.	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков Выполнение домашнего задания на ЭВМ
7	Файлы и работа с ними.	Лекция Практическое	Лекция с применением проектора Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для

		занятие	закрепления и формирования знаний, умений, навыков
		Самостоятельная работа	Выполнение домашнего задания на ЭВМ
8	Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.	Лекция	Лекция с применением проектора
		Практические занятия	Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков
		Самостоятельная работа	Выполнение домашнего задания на ЭВМ
9	Методы пошагового решения задач оптимизации.	Лекция	Лекция с применением проектора
		Практические занятия	Рассмотрение и анализ типовых алгоритмов для закрепления и формирования знаний, умений, навыков
		Самостоятельная работа	Выполнение домашнего задания на ЭВМ

## 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 по билетам)		40 баллов
<b>Итого за семестр экзамен</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	FX
0 – 19			F

### 5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
-------------------	----------------------	--



Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>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.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ C	«хорошо»	<p>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.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетворительно»	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»	<p>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.</p> <p>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.</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		<p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

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 функции адресации требует количества умножений, равного
  - 1) Трём.
  - 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)  $2 \cdot M$  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)  $N \cdot M$ .
  - 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  $A$  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. Древоподобные 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-hopcroft-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>

**Перечень современных профессиональных баз данных (БД) и  
информационно-справочных систем (ИСС)**

№п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2019 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2019 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

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

Для материально-технического обеспечения дисциплины необходимы:

- для лекций:

- учебная аудитория,
- доска,
- проектор (стационарный или переносной),
- компьютер или ноутбук,
- программное обеспечение (ПО).

#### **Перечень программного обеспечения (ПО)**

№ п/п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Windows XP / Windows 7 / Windows 10	Microsoft	лицензионное
3	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное

- для практических занятий:

- компьютерный класс или лаборатория,
- доска,
- проектор (стационарный или переносной),
- компьютер или ноутбук для преподавателя,
- компьютеры для обучающихся,
- выход в Интернет,
- программное обеспечение (ПО).

#### **Перечень программного обеспечения (ПО)**

№п /п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Microsoft Visual Professional 2019	Microsoft	лицензионное
3	Windows 10	Microsoft	лицензионное

4	Mozilla Firefox	Mozilla	свободный доступ
5	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное

## 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 CE;
  - 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.  
Многопотное 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.

## Приложения

### Приложение 1

#### АННОТАЦИЯ 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:

- ПКУ-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 инструментарий 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 108 зачетных единиц.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола
1	Приложение к листу изменений №1	22.06.20	13

**1. Структура дисциплины (п.2 для набора 2020г.)**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 114 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 42 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 54 ч.

Таблица 1

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия			
1	Математические методы теории алгоритмов.	6	2	2		4	Опрос
2	Индуктивные и рекурсивные модели.	6	2	2		4	Домашнее задание № 1
3	Основные древовидные информационные структуры.	6	2	2		4	Опрос
4	Аналитические методы анализа сложности алгоритмов.	6	2	2		6	Домашнее задание № 2
5	Динамические связные структуры	6	2	2		8	Домашнее задание № 3
6	Разреженные матрицы и их приложения.	6	2	4		8	Тестирование
7	Файлы и работа с ними.	6	2	4		8	Домашнее задание № 4
8	Алгоритмы управления оперативными структурами хранения информации.	6	2	4		6	Опрос
9	Методы пошагового решения задач оптимизации.	6	2	2		6	Домашнее задание № 5
	Экзамен	6			18		Экзамен по билетам
	<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	

**2. Образовательные технологии (к п.4 на 2020г.)**

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.

### 3. Перечень современных профессиональных баз данных (БД) и информационно-справочных систем (ИСС) (к п. 6.2 на 2020г.)

Таблица 2

№ п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Журналы Cambridge University Press SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

### 4. Перечень программного обеспечения (ПО) (к п.7 на 2020г.)

- для лекций:

Таблица 3

№ п/п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Windows XP / Windows 7 / Windows 10	Microsoft	лицензионное
3	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное
4	Zoom	Zoom	лицензионное

- для практических занятий:

Таблица 4

№п/п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Microsoft Visual Professional 2019	Microsoft	лицензионное
3	Windows 10	Microsoft	лицензионное
4	Mozilla Firefox	Mozilla	свободный доступ
5	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное
6	Zoom	Zoom	лицензионное