

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

01.03.04 Прикладная математика

Код и наименование направления подготовки/специальности

Математика информационных сред

Наименование направленности (профиля)/ специализации

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *очная*

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2024

ТЕОРИИ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Рабочая программа дисциплины

Составители:

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

Канд. физ.-мат. наук, доц., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики *В.Ю. Сеницын*

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
фундаментальной и прикладной математики
№ 8 от 20.03.2024

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», «Информационные модели и процессы цифровой экономики», «Методы и алгоритмы теории графов», «Разработка алгоритмов и программных средств решения задач математики», «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
Итого за семестр		100 баллов

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	<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 –</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		«достаточный».
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) Мячек памяти.

- 2) Нячеек 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 закичивается).
16. Алгоритм Дейкстры для графа из N вершин и M рёбер, содержащего цикл отрицательной длины, заканчивается после количества шагов, равного
- 1) Бесконечности (алгоритм закичивается).
 - 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 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
3. Крупский, В. Н. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений : учебное пособие для вузов / В. Н. Крупский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04817-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539671>.

Дополнительная

1. Шиханович Ю. А. Минимум по теории алгоритмов для нематематиков : учеб. пособие / Ю. А. Шиханович. - М.: Науч. мир, 2009. - 158 с.
2. Дискретная математика: прикладные задачи и сложность алгоритмов : учебник и практикум для вузов / А. Е. Андреев, А. А. Болотов, К. В. Коляда, А. Б. Фролов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 317 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04246-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539083>.
3. Гасанов, Э. Э. Интеллектуальные системы. Теория хранения и поиска информации : учебник для вузов / Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва :

Издательство Юрайт, 2024. — 271 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08684-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537938> .

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. 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

Национальная электронная библиотека (НЭБ) www.rusneb.ru
ELibrary.ru Научная электронная библиотека 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

- Полустиатические 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.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ¹

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола

¹ Для ОП ВО магистратуры изменения только за 2020 г.