

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информатики и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория алгоритмов и структура данных

Кафедра информационных технологий и безопасности компьютерных систем
факультета информатики и информационных технологий

Образовательная программа бакалавриата

10.03.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль) программы:

Безопасность компьютерных систем

Форма обучения: *очная*

Статус дисциплины: *входит в обязательную часть ОПОП*

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория алгоритмов и структура данных» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – *бакалавриат* по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность от «17» ноября 2020 г. № 1427

Разработчик: Гаджиев Т.С., к.ф.-м.н., доцент кафедры ИТ и БКС

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры ИТ и БКС от «16» 05.12 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  доцент Ахмедова З.Х.;

(подпись)

на заседании методической комиссии факультета ИИТ
от «17» 03.2022 г., протокол № 7

/ Председатель  Бакмаев А.Ш.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» 03 2022г.

/Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория алгоритмов и структура данных» входит в *обязательную часть* образовательной программы *бакалавриата*, по направлению 10.03.01 Информационная безопасность.

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой «Информационные технологии и безопасность компьютерных систем».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением разделов: интуитивное представление об алгоритмах; рекурсивные функции; машина Тьюринга; нормальные алгоритмы Маркова; машина с неограниченными регистрами; вычислимость и разрешимость; статические структуры данных; линейные списки; графы и древовидные структуры; алгоритмы сортировки: алгоритмы поиска; бинарные деревья поиска; алгоритмы на графах; алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева; алгоритмы перебора; оценка сложности алгоритмов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-2, ОПК-7.

В рабочей программе дисциплины предусмотрено проведение учебных занятий в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы.

Текущий контроль проводится в форме оценки *устного ответа, решения задач и упражнений, выполнения лабораторных работ*; промежуточный контроль – в форме *экзамена*.

Объем дисциплины в зачетных единицах – 7 з.е., в академических часах – 252 ч.

Объем дисциплины в очной форме:

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен	
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР		
1	108	72	36	36				36
2	144	74	30	30	14			70
								Экзамен

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины заключается в формировании общепрофессиональных компетенций по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, а также в обучении практическим навыкам разработки алгоритмов для решения конкретных задач и оценки их сложности.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными моделями алгоритмов и методами их построения;
- изучение вопросов, связанных с определением сложности алгоритмов, методов вычисления сложности работы алгоритмов;
- приобретение навыков разработки алгоритмов решения классических задач программирования;
- создание условий для формирования самостоятельности, способности к принятию решений, профессиональной мобильности и других профессионально значимых личностных качеств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория алгоритмов и структура данных» входит в *обязательную часть* образовательной программы *бакалавриата* по направлению 10.03.01 Информационная безопасность.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, сформированные при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Программирование».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины необходимы бакалаврам для изучения последующих дисциплин:

- языки программирования;
- технологии и методы программирования;
- численные методы и математическое программирование;
- моделирование систем;
- научно-исследовательская работа;
- учебная практика;
- производственная практика.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2. Способен применять информационно-коммуникационные технологии, программные средства системного и прикладного назначения, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности	ИД1.ОПК-2.1. Знает: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. ИД2.ОПК-2.2. Умеет: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. ИД3.ОПК-2.3. Имеет: навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-7. Способен использовать языки программирования и технологии разработки программных средств для решения задач профессиональной деятельности	ИД1.ОПК-7.1. Знает: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. ИД2.ОПК-7.2. Умеет: применять языки программирования и работы с базами данных, современ-	<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информацион-	Устный опрос, письменный опрос

	ные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. ИДЗ.ОПК-7.3. Имеет: навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	ных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	
--	---	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 академических часа

4.2. Структура дисциплины

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме:

№ п/п		Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудо- емкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего кон- троля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семест- рам)	
					Лекции	Практические занятия	Лаборатор- ные занятия				
Модуль 1. Неформальное определение алгоритма. Модели вычислений											
1.	Интуитивное представ- ление об алгоритмах	1		4		4		4	Устный опрос, задачи и упражнения, лабораторные работы		
2.	Рекурсивные функции	1		4		4		4			
3.	Машина Тьюринга	1		4		4		4			
	Итого по модулю 1:			12		12		12			
Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость											
1.	Нормальные алгоритмы Маркова	1		4		4		4	Устный опрос, задачи и упражнения, лабораторные работы		
2.	Машина с неограничен- ными регистрами	1		4		4		4			
3.	Вычислимость и разре- шимость	1		4		4		4			
	Итого по модулю 2:			12		12		12			
Модуль 3. Структуры данных											
1.	Статические структуры данных	1		4		4		4	Устный опрос, задачи и упражнения, лабораторные работы		
2.	Линейные списки	1		4		4		4			
3.	Графы и древовидные структуры	1		4		4		4			
	Итого по модулю 3:			12		12		12			
	Итого за I семестр:			36		36		36			
Модуль 4. Сортировка и поиск											
1.	Алгоритмы сортировки	2		4	2	4		2	Устный опрос, задачи и упражнения, лабораторные работы		
2.	Алгоритмы поиска	2		4	2	4		2			
3.	Бинарные деревья	2		4		4		4			

	поиска							
	<i>Итого по модулю 4:</i>			12	4	12		8
Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора								
1.	Алгоритмы на графах	2		2	2	2		4
2.	Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева	2		4	2	4		4
3.	Алгоритмы перебора	2		4	2	4		2
	<i>Итого по модулю 5:</i>			10	6	10		10
Модуль 6. Сложность алгоритмов								
1.	Оценка сложности алгоритмов	2		4	2	4		8
2.	Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора	2		4	2	4		8
	<i>Итого по модулю 6:</i>			8	4	8		16
	Итого за II семестр:			30	14	30		34
Модуль 7.								
	Экзамен (подготовка, сдача)							36
	ИТОГО:			66	14	66		106

4.2.1.1. Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения
Модуль 1. Неформальное определение алгоритма. Модели вычислений						
1.	Интуитивное представление об алгоритмах	4	Неформальное понятие алгоритма; общие черты, способы описания, виды и основные принципы составления алгоритмов; подходы к уточнению понятия алгоритма	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	модульное, проблемное, практико-ориентированное
2.	Рекурсивные функции	4	Происхождение рекурсивных функций; основные понятия теории рекурсивных функций – простейшие функции, оператор суперпозиции, оператор примитивной рекурсии, примитивно-рекурсивные функции, функции Аккермана, оператор минимизации; общерекурсивные и частично-рекурсивные функции; тезис Чёрча			
3.	Машина Тьюринга	4	Основные определения; базис элементарных машин; операции над машинами Тьюринга; универсальная машина Тьюринга; тезис Тьюринга; проблема остановки; обобщение машины Тьюринга – машина фон Неймана			
Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость						
1.	Нормальные алгоритмы Маркова	4	Нормальные алгоритмы; операции над алгоритмами Маркова; принцип нормализации	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при	модульное, проблемное, практико-ориентированное
2.	Машина с неограниченными регистрами	4	Основные определения; МНР-вычислимые функции; порождение вычислимых функций – соединение программ, подстановка, рекурсия, минимизация, развилка и повторение; тезис Чёрча			
3.	Вычислимость и разрешимость	4	Эквивалентность различных теорий алгоритмов; нумерация программ; нумерация вычислимых функций; теоремы параметризации; универсальный алгоритм; неразрешимые проблемы в теории вычислимости; разрешимые и перечислимые множе-			

			ства; теорема Райса		решении задач профессиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	
Модуль 3. Структуры данных						
1.	Статические структуры данных	4	Понятие о структурах данных; уровни и классификация структур данных; структуры данных «массив» и «строка» – последовательная обработка элементов одномерных массивов, переформирование одномерного массива, одновременная обработка нескольких одномерных массивов, поиск элементов одномерного массива по заданным критериям, обход элементов двумерных массивов, выборочная обработка элементов двумерных массивов, обработка символьной информации; структуры данных «множество» и «запись» – операции над множествами и записями, записи с вариантами, алгоритмы обработки множеств и записей	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.	модульное, проблемное, практико-ориентированное
2.	Линейные списки	4	Основные понятия и определения (список, линейный список, набор операций, стек, очередь, дек); последовательное размещение узлов линейного списка в памяти; связанное хранение узлов линейного списка в памяти; циклические списки; двунаправленные списки			
3.	Графы древовидные структуры	4	Определение графов и родственных объектов; подграфы; типы графов; операции над графами; способы задания графов; деревья – основные понятия и определения; ориентированные деревья; упорядоченные деревья; бинарные деревья и их свойства; преобразование упорядоченных деревьев в бинарные; сбалансированные деревья; представление деревьев в памяти			
Модуль 4. Сортировка и поиск						
1.	Алгоритмы сортировки	4	Сортировка с помощью прямого обмена; сортировка с помощью прямого выбора; сортировка с помощью прямого включения; сортировка методом Шелла; быстрая сортировка; пирамидальная сортировка; «карманная» сортировка, метод квадратичной выборки; выбор из дерева; методы слияния; сортировка простым слиянием; сортировка естественным слиянием; внутренняя сортировка с внешним слиянием	ОПК-7	<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, проблемное, практико-ориентированное
2.	Алгоритмы поиска	4	Последовательный (линейный) поиск; поиск с барьером; бинарный (двоичный, дихотомический) поиск; интерполирующий поиск; алгоритм Кнута-Морриса-Пратта			
3.	Бинарные деревья поиска	4	Структура; создание узла; добавление узла; поиск узла по ключу; поиск минимального и максимального узлов; поиск следующего и предыдущего узлов; удаление узла; удаление дерева; высота бинарного дерева поиска			
Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора						
1.	Алгоритмы на графах	2	Задача нахождения кратчайшего пути в графе: длина дуг; алгоритм Флойда; алгоритм		<i>Знает:</i> основные языки программирования и	

			ритм Дейкстры	ОПК-7	работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	
2.	Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева	4	Обход в ширину; симметричный обход; обход в глубину; обход по уровням; формирование в глубину; формирование в ширину; формирование снизу вверх; формирование бинарного дерева минимальной высоты; формирование сбалансированного бинарного дерева			
3.	Алгоритмы перебора	4	Основные понятия и определения; общая схема перебора с возвратом; генерация всех подмножеств данного множества; генерация всех перестановок; генерация всех сочетаний; генерация всех разбиений числа; генерация всех деревьев; оценка сложности алгоритмов перебора			
Модуль 6. Сложность алгоритмов						
1.	Оценка сложности алгоритмов	4	Временная и пространственная сложность алгоритма; классы сложности – полиномиальность и эффективность, иерархия классов сложности; алгоритмическая сводимость задач	ОПК-7	Знает: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, проблемное, практико-ориентированное
2.	Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска на графах и перебора	4	Анализ и оценка сложности алгоритмов внутренней и внешней сортировки; анализ и оценка сложности алгоритмов поиска; анализ и оценка сложности алгоритмов на графах и деревьях; анализ и оценка сложности алгоритмов перебора			

4.2.1.2. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения, освоения
Модуль 1. Неформальное определение алгоритма. Модели вычислений						
1.	Интуитивное представление об алгоритмах	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для решения линейных, разветвляющихся и циклических задач. 2. Разработка и отладка заданных программ	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профес-	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Рекурсивные функции	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Доказательство примитивной рекурсивности функций от одной и нескольких переменных.			

			2. Восстановление функций по схеме примитивной рекурсии		сиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	
3.	Машина Тьюринга	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Решение задач на обработку нечисловых данных. 2. Решение задач на обработку числовых данных (в унарной и десятичной системах счисления). 3. Создание циклических машин Тьюринга			
Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость						
1.	Нормальные алгоритмы Маркова	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Решение задач на работу с числовыми и нечисловыми объектами. 2. Доказательство нормальной вычислимости функций	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Машина с неограниченными регистрами	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Создание алгоритмов, работающих с нечисловыми объектами. 2. Создание алгоритмов, работающих с числовыми объектами.			
3.	Вычислимость и разрешимость	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Вычисление номера по программе МНР. 2. Восстановление программы МНР по номеру			
Модуль 3. Структуры данных						
1.	Статические структуры данных	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов обработки и использования массивов, строк, множеств и записей. 2. Разработка и отладка заданных программ	ОПК-2	<i>Знает:</i> современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Умеет:</i> выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности. <i>Имеет:</i> навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Линейные списки	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов обработки и использования линейных списков. 2. Разработка и отладка заданных программ			
3.	Графы и древовидные структуры	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов обработки и использования графов и древовидных структур. 2. Разработка и отладка заданных программ			
Модуль 4. Сортировка и поиск						
1.	Алгоритмы сортировки	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов сортировки. 2. Разработка и отладка заданных программ	ОПК-7	<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различ-	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Алгоритмы поиска	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов поиска. 2. Разработка и отладка заданных программ			
3.	Бинарные деревья поиска	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя зада-			

			ния на разработку программ для бинарных деревьев поиска. 2. Разработка и отладка заданных программ		ных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	
Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора						
1.	Алгоритмы на графах	2	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов Флойда и Дейкстры. 2. Разработка и отладка заданных программ	ОПК-7	<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов обхода и формирования бинарного дерева. 2. Разработка и отладка заданных программ			
3.	Алгоритмы перебора	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на разработку программ для алгоритмов перебора. 2. Разработка и отладка заданных программ			
Модуль 6. Сложность алгоритмов						
1.	Оценка сложности алгоритмов	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение у преподавателя задания на асимптотическую и верхнюю оценку сложности алгоритма и выполнение этой оценки. 2. Оценка экспериментальным способом времени выполнения того же алгоритма. Значения исходных данных необходимо задавать в начале работы программ с помощью генератора случайных чисел. Сам алгоритм в ходе измерений должен выполняться в цикле несколько миллионов раз. 3. Измерения необходимо повторять пять раз для различного объема данных. Количество повторений алгоритма в каждом измерении должно быть одинаковым. 4. Построить график зависимости времени выполнения от объема входных данных	ОПК-7	<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска на графах и перебора	4	Работа предполагает выполнение следующих этапов: 1. Получение верхней и экспериментальной оценки времени выполнения алгоритмов и программ сортировки, поиска, на графах и перебора. 2. Нахождение предельной оценки емкости памяти, необходимой для выполнения разработанных программ			

4.2.1.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы	Трудоемкость	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения	Технологии обучения, освоения
Модуль 4. Сортировка и поиск						
1.	Алгоритмы сортировки	2	Решение задач и упражнений на		<i>Знает:</i> основные языки программирования и работы с	

			тему «Алгоритмы сортировки»	ОПК-7	базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Алгоритмы поиска	2	Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы поиска»			
Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора						
1.	Алгоритмы на графах	2	Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы на графах»	ОПК-7	Знает: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева	2	Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева»			
3.	Алгоритмы перебора	2	Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы перебора»			
Модуль 6. Сложность алгоритмов						
1.	Оценка сложности алгоритмов	2	Решение задач и упражнений на тему «Оценка сложности алгоритмов»	ОПК-7	Знает: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий. <i>Умеет:</i> применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ. <i>Имеет:</i> навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	модульное, дифференцированное, практико-ориентированное
2.	Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора	2	Решение задач и упражнений на тему «Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора»			

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Неформальное определение алгоритма. Модели вычислений

Тема 1. Интуитивное представление об алгоритмах: неформальное понятие алгоритма; общие черты, способы описания, виды и основные принципы составления алгоритмов; подходы к уточнению понятия алгоритма.

Тема 2. Рекурсивные функции: происхождение рекурсивных функций; основные понятия теории рекурсивных функций – простейшие функции, оператор суперпозиции, оператор примитивной рекурсии, примитивно-рекурсивные функции, функции Аккермана

на, оператор минимизации; общерекурсивные и частично-рекурсивные функции; тезис Чёрча.

Тема 3. Машина Тьюринга: основные определения; базис элементарных машин; операции над машинами Тьюринга; универсальная машина Тьюринга; тезис Тьюринга; проблема останова; обобщение машины Тьюринга – машина фон Неймана.

Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость

Тема 4. Нормальные алгоритмы Маркова: нормальные алгоритмы; операции над алгоритмами Маркова; принцип нормализации.

Тема 5. Машина с неограниченными регистрами: основные определения; МНР-вычислимые функции; порождение вычислимых функций – соединение программ, подстановка, рекурсия, минимизация, развилка и повторение; тезис Чёрча.

Тема 6. Вычислимость и разрешимость: эквивалентность различных теорий алгоритмов; нумерация программ; нумерация вычислимых функций; теоремы параметризации; универсальный алгоритм; неразрешимые проблемы в теории вычислимости; разрешимые и перечислимые множества; теорема Райса.

Модуль 3. Структуры данных

Тема 7. Статические структуры данных: понятие о структурах данных; уровни и классификация структур данных; структуры данных «массив» и «строка» – последовательная обработка элементов одномерных массивов, преобразование одномерного массива, одновременная обработка нескольких одномерных массивов, поиск элементов одномерного массива по заданным критериям, обход элементов двумерных массивов, выборочная обработка элементов двумерных массивов, обработка символьной информации; структуры данных «множество» и «запись» – операции над множествами и записями, записи с вариантами, алгоритмы обработки множеств и записей.

Тема 8. Линейные списки: основные понятия и определения (список, линейный список, набор операций, стек, очередь, дек); последовательное размещение узлов линейного списка в памяти; связанное хранение узлов линейного списка в памяти; циклические списки; двунаправленные списки.

Тема 9. Графы и древовидные структуры: определение графов и родственных объектов; подграфы; типы графов; операции над графами; способы задания графов; деревья – основные понятия и определения; ориентированные деревья; упорядоченные деревья; бинарные деревья и их свойства; преобразование упорядоченных деревьев в бинарные; сбалансированные деревья; представление деревьев в памяти.

Модуль 4. Сортировка и поиск

Тема 10. Алгоритмы сортировки: сортировка с помощью прямого обмена; сортировка с помощью прямого выбора; сортировка с помощью прямого включения; сортировка методом Шелла; быстрая сортировка; пирамидальная сортировка; «карманная» сортировка, метод квадратичной выборки; выбор из дерева; методы слияния; сортировка простым слиянием; сортировка естественным слиянием; внутренняя сортировка с внешним слиянием.

Тема 11. Алгоритмы поиска: последовательный (линейный) поиск; поиск с барьером; бинарный (двоичный, дихотомический) поиск; интерполирующий поиск; алгоритм Кнутта-Морриса-Пратта.

Тема 12. Бинарные деревья поиска: структура; создание узла; добавление узла; поиск узла по ключу; поиск минимального и максимального узлов; поиск следующего и предыдущего узлов; удаление узла; удаление дерева; высота бинарного дерева поиска.

Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора

Тема 13. Алгоритмы на графах: задача нахождения кратчайшего пути в графе; длина дуг; алгоритм Флойда; алгоритм Дейкстры.

Тема 14. Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева: обход в ширину; симметричный обход; обход в глубину; обход по уровням; формирование в глубину;

формирование в ширину; формирование снизу вверх; формирование бинарного дерева минимальной высоты; формирование сбалансированного бинарного дерева.

Тема 15. Алгоритмы перебора: основные понятия и определения; общая схема перебора с возвратом; генерация всех подмножеств данного множества; генерация всех перестановок; генерация всех сочетаний; генерация всех разбиений числа; генерация всех деревьев; оценка сложности алгоритмов перебора.

Модуль 6. Сложность алгоритмов

Тема 16. Оценка сложности алгоритмов: временная и пространственная сложность алгоритма; классы сложности – полиномиальность и эффективность, иерархия классов сложности; алгоритмическая сводимость задач.

Тема 17. Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора: анализ и оценка сложности алгоритмов внутренней и внешней сортировки; анализ и оценка сложности алгоритмов поиска; анализ и оценка сложности алгоритмов на графах и деревьях; анализ и оценка сложности алгоритмов перебора.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Темы лабораторных работ

Модуль 1. Неформальное понятие алгоритма. Модели вычислений

Лабораторная работа № 1. Интуитивное представление об алгоритмах (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь составлять блок-схемы, программы для решения линейных, разветвляющихся и циклических задач.

Лабораторная работа № 2. Рекурсивные функции (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь работать с рекурсивными функциями.

Лабораторная работа № 3. Машина Тьюринга (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь разрабатывать машины Тьюринга.

Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость

Лабораторная работа № 4. Нормальные алгоритмы Маркова (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь разрабатывать нормальные алгоритмы Маркова.

Лабораторная работа № 5. Машина с неограниченными регистрами (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь разрабатывать машины с неограниченными регистрами.

Лабораторная работа № 6. Вычислимость и разрешимость (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь вычислять номера, соответствующие заданным программам МНР и обратно.

Модуль 3. Структуры данных

Лабораторная работа № 7. Статические структуры данных (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ для алгоритмов обработки и использования массивов, строк, множеств и записей.

Лабораторная работа № 8. Линейные списки (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ для алгоритмов обработки и использования линейных списков.

Лабораторная работа № 9. Графы и древовидные структуры (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ для алгоритмов обработки и использования графов и древовидных структур.

Модуль 4. Сортировка и поиск

Лабораторная работа № 10. Алгоритмы сортировки.

Цель работы. Разработка программ, реализующих различные алгоритмы сортировки (4 ч.).

Лабораторная работа № 11. Алгоритмы поиска (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ, реализующих различные алгоритмы поиска.

Лабораторная работа № 12. Бинарные деревья поиска (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ, реализующих бинарные деревья поиска.

Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора

Лабораторная работа № 13. Алгоритмы на графах (2 ч.).

Цель работы. Разработка программ, реализующих алгоритмы Флойда и Дейкстры.

Лабораторная работа № 14. Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ, реализующих алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева.

Лабораторная работа № 15. Алгоритмы перебора (4 ч.).

Цель работы. Разработка программ, реализующих алгоритмы перебора.

Модуль 6. Сложность алгоритмов

Лабораторная работа № 16. Оценка сложности алгоритмов (4 ч.).

Цель работы. Знать основные понятия и уметь оценивать сложность алгоритмов.

Лабораторная работа № 17. Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора (4 ч.).

Цель работы. Уметь оценивать временную и пространственную сложность алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора.

Темы практических занятий

Модуль 4. Сортировка и поиск

Практическое занятие № 1. Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы сортировки».

Практическое занятие № 2. Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы поиска».

Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора

Практическое занятие № 3. Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы на графах».

Практическое занятие № 4. Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы обхода и формирования бинарного дерева».

Практическое занятие № 5. Решение задач и упражнений на тему «Алгоритмы перебора».

Модуль 6. Сложность алгоритмов

Практическое занятие № 6. Решение задач и упражнений на тему «Оценка сложности алгоритмов».

Практическое занятие № 7. Решение задач и упражнений на тему «Оценка сложности алгоритмов сортировки, поиска, на графах и перебора».

5. Образовательные технологии

При проведении аудиторных занятий и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория алгоритмов и структура данных» используются как традиционные, так и нетрадиционные образовательные технологии.

Технология традиционного обучения предусматривает такие методы и формы изучения материала как лекция, практические и лабораторные занятия:

Часто используются следующие виды лекций:

- информационная лекция;
- проблемная лекция;
- лекция-визуализация.

Практические и лабораторные занятия направлены на формирование у студентов умений и навыков решения задач, в том числе прикладных и исследовательских задач. В

ходе проведения лабораторных занятий используются задания учебно-тренировочного и творческого характера.

При изучении дисциплины «Теория алгоритмов и структура данных» используются активные и интерактивные технологии обучения как:

- технология сотрудничества (работа в малых группах, коллективная мыслительная деятельность);
- медиатеchnология (подготовка и демонстрация преподавателем презентации);
- кейс-технологии (проблемный метод, моделирование).

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий составляют 30% от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа включает работу под руководством преподавателя и индивидуальную работу студента.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- изучение литературы и лекционного материала;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к практическим занятиям;
- оформление отчета по лабораторным работам и защита их;
- подготовка к текущему контролю;
- подготовка к промежуточному контролю.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Методические материалы для обеспечения СРС готовятся преподавателем и могут размещаться на персональном сайте преподавателя, либо на платформе электронного обучения. Кроме того, на основе рабочей программы дисциплины может составляться план-график, где преподаватель устанавливает рекомендуемые сроки предоставления на проверку результатов самостоятельной работы студента: контрольных работ, отчетов по лабораторным практикумам, индивидуальных домашних заданий и др., советует использование основных и дополнительных источников литературы.

<http://eor.dgu.ru/Default/NProfileUMK/?code=13.03.02&profileId=43>

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.	Формируемые компетенции
	Очная	
Текущая СРС		
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10	ОПК-2, ОПК-7
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10	
самостоятельное изучение разделов дисциплины	14	
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10	
подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям	14	
экзамен (подготовка,сдача)	36	
Творческая проблемно-ориентированная СРС		
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	6	ОПК-2, ОПК-7
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	6	
Итого СРС:	106	

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

Модуль 1. Неформальное понятие алгоритма. Модели вычислений

1. Что такое алгоритм?
2. Перечислите и охарактеризуйте основные свойства алгоритма?

3. Какие существуют подходы к уточнению понятия алгоритма?
4. Почему возникла необходимость уточнить понятие алгоритма?
5. Какая функция называется вычислимой, эффективно вычислимой?
6. Что собой представляет блок-схема?
7. Что называется декартовым произведением множеств?
8. Что называется областью определения (множеством значений) функции?
9. Какая функция называется сюръективной (инъективной, биективной)?
10. В чем заключается конструктивный подход, принятый в теории алгоритмов?
11. Доказать, что оператор подстановки S сохраняет: а) всюду определенность; б) вычислимость.
12. Выяснить, применим ли оператор подстановки S к следующим функциям:
 $g(x, y, z) = x + y + z$; $h_1(t) = t^2$; $h_2(u) = u^3$; $h_3 = 2v$?
13. Где определены примитивно-рекурсивные функции?
14. Как задается функция Аккермана?
15. Дайте определение частично-рекурсивной функции.
16. Какая частично-рекурсивная функция называется общерекурсивной?
17. Как выполняются свойства детерминированности, массовости и дискретности для частично-рекурсивных функций?
18. По заданным функциям g и h найти аналитическое задание для такой функции f , что $f = R(g, h)$:
 - а) $g(x) = x$; $h(x, y, z) = z + x$;
 - б) $g(x) = x$; $h(x, y, z) = z^x$ (где $0^0 = 1$);
 - в) $g(x) = x$; $h(x, y, z) = y + x$;
19. Доказать, что оператор минимизации μ сохраняет вычислимость, но не сохраняет всюду определенность.
20. Пусть $f = \mu g$. Сформулировать достаточное условие всюду определенности функции f . Является ли это условие необходимым?
21. Описать функцию f (указать область определения и аналитическое задание), которая получается в результате применения к заданной функции g оператора μ по y :
 - а) $g(x, y) = 2x + y$;
 - б) $g(x, y) = x - y$;
 - в) $g(x, y) = |4x - y|$.
22. Дайте определение машины Тьюринга.
23. Охарактеризуйте каждую составляющую машины Тьюринга.
24. Из чего состоит память машины Тьюринга?
25. Бесконечна ли лента в одну (обе) сторону(ы)?
26. Сколько символов можно записать в одну ячейку?
27. Конечно ли множество ячеек, заполненных на ленте в любой момент времени?
28. Построить машину Тьюринга, которая вычитает единицу из числа в десятичной системе счисления.
29. Построить машину Тьюринга, которая выполняет умножение двух чисел в унарной системе счисления.
30. Построить машину Тьюринга, которая выполняет деление на два в унарной системе счисления.

Модуль 2. Другие модели вычислений. Вычислимость и разрешимость

1. Что собой представляют нормальные алгоритмы Маркова (НАМ)?
2. Какая операция называется «Марковской подстановкой»?
3. Как записывается формула подстановки (конечной подстановки)?
4. Какая функция называется нормально вычислимой?
5. Сформулируйте принцип нормализации Маркова.

6. Что получится в результате следующих марковских подстановок в слово «апельсин»:
 а) (Λ, κ);
 б) (пельс, спир);
 в) (ль, Λ).
7. Построить НАМ для вычисления функции $f(x) = x + 6$ ($x > 1$) в восьмеричной системе счисления.
8. Дано слово в алфавите $A = \{a, b, c\}$. Построить НАМ, присоединяющий слово Q к данному слову.
9. Построить НАМ, удваивающий слово в двоичной системе счисления.
10. Построить НАМ, который в слове из алфавита $\{a, b, c, d, e, f\}$ все символы a заменяет на f , а все f — на af .
11. Построить НАМ, который в любом слове в алфавите $A = \{a, b\}$ переносит все буквы a в начало слова.
12. Построить нормальный алгоритм Маркова проверки четности числа записанного в десятичной системе счисления.
13. Из чего состоит машина с неограниченными регистрами (МНР)?
14. Охарактеризуйте каждую составляющую МНР.
15. Из чего состоит память МНР?
16. Бесконечна ли лента МНР в одну (обе) сторону(ы)?
17. Сколько символов можно записать в одну ячейку МНР?
18. Объясните команды МНР: Z, S, T, J.
19. Какие команды относятся к арифметическим?
20. Что собой представляет память, элементарные шаги, детерминированность МНР?
21. Что является результатом работы МНР?
22. Какая функция называется МНР-вычислимой?
23. Как выполняются требования к алгоритмам на примере МНР?
24. В каком случае вычисление $P(a_1, a_2, \dots, a_n)$ сходится к b ?
25. Что обозначает запись $P(a_1, a_2, a_3, \dots)$?
26. Построить МНР, вычисляющую среднее арифметическое двух чисел.
27. Построить МНР, выполняющую проверку на нечетность.
28. Построить МНР, выполняющую проверку деления на 5.
29. Пусть P является программой $T(1, 3), S(4), Z(6)$. Вычислить $\gamma(P)$.
30. Пусть $n = 4127$. Найти P_{4127} .

Модуль 3. Структуры данных

1. Приведите классификацию структур данных.
2. В чем различие между абстрактной и физической структурами данных?
3. Назовите основные операции, выполняемые над любыми структурами данных.
4. Верно ли, что все элементы массива должны быть одного типа?
5. Проверить, встречаются ли в заданной строке только две буквы «а»?
6. Какие операции определены для множеств?
7. Какие встроенные функции определены для множеств?
8. Для каких целей можно использовать множества в программировании?
9. Чем отличается тип данных «запись» от типа данных «массив»?
10. Что называется полем записи?
11. Существует ли максимальный элемент записи?
12. Назовите операции, применяемые к линейным спискам.
13. Какие существуют способы хранения линейных списков в памяти?
14. Перечислите наиболее часто используемые операции при работе со списковыми структурами.
15. Дайте определение стека.

16. Дайте определение очереди.
17. Что такое дек?
18. Разработать алгоритм, который представляет элементы односвязного списка в обратном порядке.
19. Назовите разновидности двунаправленных списков.
20. Дайте определение графа.
21. Перечислите способы описания графов.
22. Дайте определение дерева общего вида.
23. Выясните является ли дерево симметричным.
24. Что такое бинарное дерево?
25. Какие операции определены над бинарным деревом?
26. Как можно разместить бинарное дерево в памяти компьютера?
27. Сформулируйте алгоритм построения бинарного дерева.
28. Дайте определение сбалансированного дерева.
29. В чем отличительные особенности сбалансированных деревьев?
30. Перечислите способы изображения деревьев.

Модуль 4. Сортировка и поиск

1. Что называется сортировкой?
2. В каком случае метод сортировки называется устойчивым?
3. Как выполняется сортировка включением?
4. Реализуйте алгоритм сортировки включением на языке программирования.
5. Как выполняется сортировка выбором?
6. Каковы основные отличия сортировки включением от пузырьковой?
7. Каковы отличительные особенности быстрой сортировки?
8. Каковы особенности сортировки Шелла?
9. Разработать программу, которая методом прямого выбора сортирует по убыванию одномерный массив.
10. Разработать программу, которая методом пузырька сортирует по убыванию одномерный массив.
11. Разработать программу, которая методом вставки сортирует по убыванию одномерный массив.
12. Что такое поиск и для чего он нужен?
13. Что является исходными данными для поиска?
14. Какие алгоритмы поиска Вы знаете?
15. Приведите словесное описание алгоритма линейного поиска.
16. Осуществить поиск элемента массива, в котором не встречается цифра Z .
17. Осуществить поиск элемента массива, равного кубу числа Z .
18. Приведите словесное описание интерполирующего поиска.
19. Разработать программу, которая, используя метод линейного поиска, выполняет поиск в упорядоченном по возрастанию массиве.
20. Разработать программу, которая, используя метод интерполяционного поиска, выполняет поиск в упорядоченном по возрастанию массиве?
21. Заданный одномерный массив отсортировать по возрастанию цифры десятков каждого элемента.
22. В одномерном массиве целых чисел найти максимальный среди элементов, являющихся четными, и минимальный среди элементов, кратных A .
23. Написать программу, подсчитывающую, сколько раз в предложении встречается указанное слово.
24. Найти сумму всех трехзначных чисел, в записи которых все цифры нечетные.
25. Найти все пятизначные числа, равные кубу числа, образованного двумя последними их цифрами.

26. Нарисуйте бинарное дерево поиска минимальной высоты, в котором присутствует пять узлов с ключами 10, 20, 30, 40, 50.

27. Предложите рекурсивную версию операции добавления узла в бинарное дерево поиска.

28. Предложите алгоритм вычисления высоты бинарного дерева поиска, если известен указатель на его корень.

29. Разработайте рекурсивную версию функции поиска узла.

30. Модифицируйте процедуру удаления узла из бинарного дерева поиска так, чтобы в качестве замены для узла *node* выбиралась предшествующая ему вершина (*predecessor*).

Модуль 5. Алгоритмы на графах, деревьях и перебора

1. Задача нахождения кратчайшего пути в графе.
2. Сформулируйте алгоритм Дейкстры.
3. Сформулируйте алгоритм Флойда.
4. В каком порядке посещаются узлы бинарного дерева в случае симметричного обхода?

5. В каком порядке посещаются узлы бинарного дерева в случае прямого обхода?

6. В каком порядке посещаются узлы бинарного дерева в случае обратного обхода?

7. Сформулируйте алгоритм построения сбалансированного дерева.

8. Сформулируйте алгоритм исключения узла из бинарного дерева.

9. Разработать процедуру обработки дерева в прямом порядке.

10. Разработать процедуру обработки дерева в симметричном порядке.

11. Разработать процедуру обработки дерева в обратном порядке.

12. Разработайте алгоритм сортировки массива с использованием бинарного дерева.

13. Создать сбалансированное дерево. Найти среднее арифметическое значений информационных полей узлов дерева.

14. Создать дерево поиска. Подсчитать сумму значений информационных полей узлов дерева.

15. С использованием дерева поиска удалить из заданного текста дубликаты слов.

16. Разработать алгоритм определения числа вершин на заданном уровне непустого бинарного дерева.

17. Вычислите количество вершин, для которых высота левого поддеревья равна высоте правого поддеревья.

18. Удалите все вершины, у которых высота левого поддеревья отличается от высоты правого поддеревья на 2.

19. Построить бинарное дерево, содержащее $n = 15$ узлов. Значения ключей в узлах задавать с помощью датчика случайных чисел с диапазоном D от 0 до 100.

20. Что такое сочетания, перестановки, размещения с повторениями и без повторений?

21. Перечислите основные свойства числа перестановок, размещений и сочетаний.

22. Приведите пример использования метода рекуррентных соотношений в решении комбинаторных задач.

23. Какие виды производящих функций существуют?

24. Разработать программу, которая формирует все перестановки без повторений некоторого массива значений. Например, если задан массив, содержащий символы ABC, то необходимо сформировать следующие комбинации: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA.

25. Разработать программу, которая выделяет из первой сотни натуральных чисел все простые числа.

26. Найдите все такие трехзначные числа, которые в 12 раз больше суммы своих цифр.

27. Сколькими способами можно разложить n различных шаров по m различным ящикам так, чтобы ни один из ящиков не оказался пустым?

28. Сколькими способами можно разложить 30 книг в шкафу с пятью полками, если каждая полка может вместить до 30 книг?

29. Сколько имеется пятизначных чисел, у которых каждая следующая цифра больше предыдущей?

30. Сколько можно сделать костей домино, используя числа $1, 2, \dots, k$?

Модуль 6. Сложность алгоритмов

1. Временная и пространственная сложность алгоритма. Дать определения.
2. Понятия детерминированной и недетерминированной МТ.
3. Оптимальность алгоритма. Теорема Блюма.
4. Классы сложности. Переборные и универсальные задачи.
5. Порядок сложности функции. Линейная, полиномиальная, экспоненциальная и другие сложности алгоритма.
6. Определение понятия класса сложности. Связь между временной и пространственной сложностью.
7. Полиномиальность и эффективность.
8. Иерархия классов сложности.
9. Классы NP-трудных и NP-полных задач.
10. Найти пространственную и временную сложность алгоритма машины Тьюринга, вычисляющей в унарном коде функцию $f(x) = x^2$.
11. Найти пространственную и временную сложность алгоритма машины Тьюринга, вычисляющей в унарном коде функцию $f(x) = x^y$.
12. Найти пространственную и временную сложность алгоритма машины Тьюринга, вычисляющей в унарном коде функцию $f(x) = 2^x$.
13. Зависит ли время сортировки включением от упорядоченности массива?
14. Зависит ли порядок функции временной сложности сортировки включением от упорядоченности массива?
15. У каких известных Вам методов сортировки временная сложность зависит от объема используемой памяти?
16. Оцените временную сложность алгоритма простых вставок.
17. Оцените временную сложность метода выбора.
18. Оцените временную сложность метода Шелла.
19. Оцените временную сложность алгоритма пузырьковой сортировки.
20. Оцените временную сложность алгоритма быстрой сортировки.
21. Какова верхняя оценка трудоемкости алгоритма линейного поиска?
22. Какова верхняя оценка трудоемкости алгоритма интерполирующего поиска?
23. Какова верхняя оценка емкостной сложности алгоритма бинарного поиска?
24. Какова верхняя оценка емкостной сложности алгоритма интерполирующего поиска?
25. Разработать алгоритм формирования массива, составленного из сумм, пар элементов массива целых чисел $A[n]$, в сумме дающих четное число. Оценить временную сложность алгоритма.
26. Оцените временную сложность алгоритма Флойда.
27. Оцените временную сложность алгоритма Дейкстры.
28. Оцените временную сложность алгоритма генерации всех перестановок.
29. Оцените временную сложность алгоритма генерации всех сочетаний.
30. Оцените временную сложность алгоритма генерации всех разбиений числа.

Примерные тестовые задания

1. Среди требований к алгоритмам одно лишнее:
 - а) простота;
 - б) детерминированность;
 - в) дискретность;

- d) результативность.
2. Среди перечисленных средств описания примитивно-рекурсивных функций одно лишнее:
- оператор минимизации;
 - оператор суперпозиции;
 - оператор примитивной рекурсии;
 - константа 0;
 - функция следования;
 - функция проекции.
3. Частично-рекурсивная функция называется общерекурсивной, если она:
- всюду определена;
 - может быть получена с помощью константы 0, функции следования и оператора проекции;
 - все ответы верные;
4. Чему равно значение функции проекции $I_2^5(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$?
- x_2 ;
 - 2;
 - 5;
 - x_5 ;
5. Примитивно-рекурсивная функция $\bar{f}(x) = x \div 1$ определяется схемой:
- $\bar{f}(0) = 0, \bar{f}(1) = 0, \bar{f}(x + 1) = \bar{f}(x) + 1$;
 - $\bar{f}(0) = 0, \bar{f}(1) = 0, \bar{f}(x + 1) = x$;
 - $\bar{f}(0) = 0, \bar{f}(x + 1) = \bar{f}(x) - 1$.
6. Всякая эффективно вычислимая функция частично рекурсивна. Это высказывание принадлежит:
- Чёрчу;
 - Тьюрингу;
 - Райсу.
7. Поставить в соответствие:
- μ ;
 - S_m^n ;
 - R_n ;
 - x' ;
 - I_m^n ;
- оператор минимизации;
 - оператор суперпозиции;
 - оператор примитивной рекурсии;
 - функция следования;
 - функция проекции;
 - оператор тождества.
8. Верно ли, что оператор примитивной рекурсии R_n определяет n – местную функцию f через $(n + 1)$ – местную функцию g и $(n + 2)$ – местную функцию h ?
- нет;
 - да.
9. Поставить в соответствие:
- $h_1(x_1, x_2, x_3) = f(x_3, x_2, x_1)$;
 - $h_2(x) = f(x, x)$;
 - $h_3(x_1, x_2, x_3) = f(x_2, x_3)$;
- циклическая перестановка аргументов;
 - отождествление;
 - добавление фиктивных переменных;

- 4) перестановка аргументов;
10. Прimitивно-рекурсивная функция $f_{exp}(x, y) = x^y$ определяется схемой:
- $f_{exp}(x, 0) = 0', f_{exp}(x, y + 1) = f_*(f_{exp}(x, y), I_1^1(x))$;
 - $f_{exp}(x, 0) = 0, f_{exp}(x, y + 1) = f_*(f_{exp}(x, y), I_1^1(x))$;
 - $f_{exp}(x, 0) = 0', f_{exp}(x, y + 1) = f_*(f_{exp}(x, y), 0')$;
 - $f_{exp}(x, 0) = 0', f_{exp}(x, y + 1) = f_+(f_{exp}(x, y), I_1^1(x))$.
11. Машина Тьюринга – это:
- ее полное состояние;
 - устройство, представленное в виде бесконечной ленты, управляющего устройства и головки;
 - набор команд, определяющих ее состояние в каждый конкретный момент.
12. Система правил $q_i a_j = q'_i a'_j d_k$ описывает:
- конфигурацию;
 - полное состояние;
 - последовательность шагов.
13. Натуральные числа в машине Тьюринга представляются:
- в унарном коде;
 - в двоичном коде;
 - в троичном коде.
14. Какой алгоритм реализован следующей машиной Тьюринга (в унарной системе)?
- $$\begin{aligned}
 q_1 * &\rightarrow q_z * E \\
 q_1 1 &\rightarrow q_2 \lambda R \\
 q_1 1 &\rightarrow q_2 1 R \\
 q_2 * &\rightarrow q_3 1 L \\
 q_3 1 &\rightarrow q_3 1 L \\
 q_3 \lambda &\rightarrow q_2 \lambda R
 \end{aligned}$$
- вычисление функции $f(x) = x + 1$;
 - вычитание двух чисел;
 - сложение двух чисел;
 - вычисление функции $f(x) = x - 1$.
15. Внутренняя память машины Тьюринга – это:
- лента;
 - конечное множество состояний;
 - нет верного ответа.
16. Какая из трех основных алгоритмических моделей занимается переработкой слов в произвольных алфавитах?
- нормальные алгоритмы Маркова;
 - рекурсивные функции;
 - машины Тьюринга.
17. Что получится в результате Марковской подстановки (пано, рама) в слово «панорама»?
- рамарама;
 - панопаано;
 - панорама;
 - рама.
18. Поставить в соответствие:
- (P, Q) ;
 - $P \rightarrow Q$;

- с) $P \rightarrow \cdot Q$;
 1) заключительная подстановка;
 2) формула подстановки;
 3) схема нормального алгоритма;
 4) упорядоченная пара слов;
19. Нормальный алгоритм определяет схема:

$$\alpha 1 \rightarrow 11\alpha$$

$$\alpha \rightarrow \cdot \Lambda$$

$$\Lambda \rightarrow \alpha$$
- Что получится в результате применения данного алгоритма к слову 11?
- а) 1111;
 б) 111111;
 в) 11111;
 г) 11.
20. Функция f , заданная на некотором множестве слов алфавита A , называется нормально вычислимой, если:
- а) найдется такое расширение B данного алфавита A ($A \subseteq B$) и такой нормальный алгоритм в B , что каждое слово P в алфавите A из области определения функции f этот алгоритм перерабатывает в слово $f(P)$;
 б) найдется такой нормальный алгоритм в A , что каждое слово P в алфавите A из области определения функции f этот алгоритм перерабатывает в слово $f(P)$;
 в) существует схема нормального алгоритма, вычисляющая эту функцию.
21. Впервые принцип, утверждающий пригодность некоторых конкретных уточнений понятия алгоритма, был сформулирован:
- а) А. Тьюрингом;
 б) А. Чёрчем;
 в) А. Марковым.
22. Задача распознавания эквивалентности примитивно-рекурсивных описаний:
- а) алгоритмически разрешима;
 б) алгоритмически неразрешима.
23. Пусть X — множество конечных объектов; X называется эффективно счетным, если существует:
- а) сюръективное отображение $g: N \rightarrow X$, где $x_n = g(n)$;
 б) биекция $f: X \rightarrow N$, такая, что обе функции f и f^{-1} эффективно вычислимы;
 в) биекция $f: N \rightarrow X$, такая, что функция f эффективно вычислима.
24. Невычислимая всюду определенная функция:
- а) существует;
 б) не существует.
25. Индекс вычислимой функции можно эффективно найти по параметру, от которого он эффективно зависит. Это:
- а) s - m - n -теорема;
 б) теорема Райса;
 в) теорема о нумерации.
26. Для любого перечисления множества всюду определенных вычислимых функций:
- а) не существует общерекурсивной функции, не входящей в это перечисление;
 б) существует общерекурсивная функция, не входящая в это перечисление;
 в) нет верного ответа.

27. Перечислимое, но не разрешимое множество:
 - а) существует;
 - б) не существует.
28. Выбрать неверное утверждение. Из теоремы Райса следует, что:
 - а) по номеру вычислимой функции f ничего нельзя узнать о свойствах этой функции;
 - б) по синтаксису программы ничего нельзя узнать о ее семантике;
 - с) не существует общего алгоритма для отладки программ.
29. Множество квадратов натуральных чисел $M = \{a \mid a = x^2\}$:
 - а) перечислимо но неразрешимо;
 - б) перечислимо и разрешимо;
 - с) разрешимо, но не перечислимо.
30. Если существует общерекурсивная функция $\psi_M(x)$, такая, что $a \in M$ тогда и только тогда, когда $a = \psi_M(x)$ для некоторого x , то множество M называется:
 - а) разрешимым;
 - б) разрешающим;
 - с) перечислимым.

Вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Понятие алгоритма и его свойства.
2. Способы описания алгоритмов.
3. Виды алгоритмов и основные принципы составления алгоритмов.
4. Подходы к уточнению понятия алгоритма.
5. Основные понятия теории рекурсивных функций – простейшие функции, оператор суперпозиции, оператор примитивной рекурсии.
6. Примитивно-рекурсивные функции.
7. Функции Аккермана.
8. Оператор минимизации.
9. Частично-рекурсивные функции. Тезис Чёрча.
10. Машина Тьюринга: основные определения.
11. Базис элементарных машин.
12. Операции над машинами Тьюринга.
13. Тезис Тьюринга. Проблема остановки.
14. Нормальные алгоритмы Маркова.
15. Операции над алгоритмами Маркова.
16. Принцип нормализации.
17. Машина с неограниченными регистрами: основные определения.
18. МНР-вычислимые функции.
19. Порождение вычислимых функций – соединение программ, подстановка, рекурсия, минимизация, развилка и повторение.
20. Тезис Чёрча.
21. Эквивалентность различных теорий алгоритмов.
22. Нумерация программ.
23. Нумерация вычислимых функций.
24. Теоремы параметризации.
25. Универсальный алгоритм.
26. Неразрешимые проблемы в теории вычислимости.
27. Разрешимые и перечислимые множества.
28. Теорема Райса.
29. Понятие о структурах данных и их классификация.
30. Структуры данных «массив» и «строка».
31. Структуры данных «множество» и «запись».

32. Линейный список.
33. Структуры данных «стек», «очередь» и «дек».
34. Циклические списки.
35. Двухнаправленные списки.
36. Графы и операции над ними.
37. Способы задания графов.
38. Деревья (основные понятия и определения).
39. Ориентированные деревья.
40. Упорядоченные деревья.
41. Бинарные деревья и их свойства.
42. Сбалансированные деревья.
43. Представление деревьев в памяти.
44. Сортировка с помощью прямого обмена.
45. Сортировка с помощью прямого выбора.
46. Сортировка с помощью прямого включения.
47. Сортировка методом Шелла.
48. Быстрая сортировка.
49. Линейный поиск.
50. Поиск с барьером.
51. Бинарный поиск.
52. Интерполирующий поиск.
53. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта.
54. Бинарные деревья поиска.
55. Алгоритм Флойда.
56. Алгоритм Дейкстры.
57. Алгоритмы обхода бинарного дерева.
58. Алгоритмы формирования бинарного дерева.
59. Алгоритмы перебора.
60. Временная и пространственная сложность алгоритма.
61. Понятия детерминированной и недетерминированной МТ.
62. Классы сложности.
63. Полиномиальность и эффективность.
64. Иерархия классов сложности.
65. Алгоритмическая сводимость задач.
66. Анализ и оценка сложности алгоритмов внутренней сортировки.
67. Анализ и оценка сложности алгоритмов внешней сортировки.
68. Анализ и оценка сложности алгоритмов поиска.
69. Анализ и оценка сложности алгоритмов на графах и деревьях.
70. Анализ и оценка сложности алгоритмов перебора.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура оценивания учебной деятельности студента

Лекции. Посещаемость, опрос, активность за семестр – от 0 до 5 баллов.

Лабораторные занятия. Выполнение одной лабораторной работы – 15 баллов.

Практические занятия. Посещаемость, опрос, активность за семестр – от 0 до 15 баллов.

Самостоятельная работа. Контроль выполнения заданий самостоятельной работы в течение семестра – от 0 до 25 баллов.

Промежуточная аттестация. Методика оценивания знаний обучающихся по дисциплине «Теория алгоритмов и структура данных» в ходе промежуточной аттестации.

Ответ студента содержит:

- глубокое знание программного материала;
- знание понятийного аппарата и монографической литературы по курсу;
- умение критически оценивать основные положения курса и увязывать теорию с практикой (от 25 до 40 баллов).

Ответ студента:

- свидетельствует о знании материала по программе и рекомендованной литературе;
- содержит правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала (от 15 до 24 баллов).

Ответ студента:

- содержит поверхностные знания важнейших разделов программы, затруднения с использованием научно-понятийного аппарата курса и стремление логически четко построить ответ;
- свидетельствует о возможности последующего обучения (от 1 до 14 баллов).

Студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала ставится 0 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Теория алгоритмов и структура данных» составляет 100 баллов.

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является экзамен. При ответе студента от 51 до 65% выставляется оценка «удовлетворительно», от 66 до 85% – оценка «хорошо», 86% и выше – оценка «отлично».

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

а) адрес сайта курса:

<http://cathedra.dgu.ru/Information.aspx?Value=8&id=13>

б) основная литература:

- 1) Алексеев В.В. Теория алгоритмов. Учебно-методическое пособие. – Саров, 2021.
 - 2) Белеванцев А.А., Гайсарян С.С., Корухова Л.С., Кузьменкова Е.А. Элементы теории алгоритмов. Учебно-методическое пособие для студентов 1 курса. – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ, 2019.
 - 3) Белов В.В., Чистякова В.И. Алгоритмы и структуры данных. – М., 2017.
 - 4) Игошин В.И. Теория алгоритмов. Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016.
 - 5) Матросов В.Л., Мирзоев М.С. Теория алгоритмов. – М.: Прометей, 2019.
 - 6) Никлаус В. Алгоритмы и структуры данных [Электронный ресурс] / Никлаус В. Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2019. – 2019. – 272 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/88753.html>. – ЭБС «IPRbooks»
 - 7) Павлов Л.А., Первова Н.В. Структуры и алгоритмы обработки данных. – СПб.: Лань, 2020.
 - 8) Поднебесова Г.Б. Теория алгоритмов: практикум. – Челябинск, 2017.
- в) дополнительная литература:
- 9) Ахо А.В., Хопкрофт Дж. Э., Ульман Дж. Д. Структуры данных и алгоритмы. – СПб., 2010.
 - 10) Брыкалова А.А. Теория алгоритмов: учебное пособие. – Ставрополь, 2016.
 - 11) Крупский В.Н., Плиско В.Е. Теория алгоритмов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
 - 12) Курапова Е.В. Структуры и алгоритмы обработки данных [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Курапова Е.В., Мачикина Е.П. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и

информатики, 2015. – 23 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55501.html>. – ЭБС «IPRbooks»

13) Мейер Б. Инструменты, алгоритмы и структуры данных [Электронный ресурс] / Мейер Б. – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2016 – 542 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73680.html>. – ЭБС «IPRbooks»

14) Крупский В.Н. Введение в сложность вычислений. – М., 2006.

15) Матрос Д.Ш., Поднебесова Г.Б. Теория алгоритмов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

16) Пильщиков В.Н., Абрамов В.Г., Вылиток А.А. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач. – М.: МГУ, 2016.

17) Поляков В.И., Скорубский В.И. Основы теории алгоритмов. – СПб., 2012.

18) Стеценко В.А. Конспект лекций по курсу «Теория алгоритмов». – М., 2014.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks. Режим доступа: www.iprbookshop.ru

2. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999 – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.09.2018). – Яз. рус., англ.

3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.08.2018).

4. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ ДГУ / Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010. – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.09.2018).

5. Сайт кафедры <http://iit.dgu.ru/> (дата обращения 15.09.2018).

6. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ».– <http://www.intuit.ru/> (дата обращения 15.09.2018).

7. Интернет-энциклопедия «Википедия». – <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения 15.09.2018).

8. Список бесплатных открытых программных пакетов. Формадоступа: en.wikipedia.org/wiki/List_of_open_source_software_packages

9. Крупнейшая Интернет-энциклопедия по всем классическим разделам математики. Содержит более 12 000 веб-страниц. Форма доступа: mathworld.wolfram.com

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. При подготовке к занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных и практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий, пометку материала конспекта, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения

пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Для выполнения письменных домашних заданий необходимо внимательно прочитать соответствующий раздел учебника и проработать аналогичные задания, рассматриваемые преподавателем на лекционных занятиях.

Основным методом обучения является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными, в том числе из сети Интернет.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Образовательный процесс осуществляется с применением локальных и распределенных информационных технологий.

Локальные информационные технологии

Группа программных средств	Наименование программного продукта
Офисные программы	Microsoft Office
Системы и среды программирования	Pascal ABC, Delphi, C++, Python

Распределенные информационные технологии

Группа	Наименование
Система тестирования	Система сетевого компьютерного тестирования ДГУ www.ts.icc.dgu.ru
Библиотеки и образовательные ресурсы	Электронная библиотека ДГУ http://www.elib.dgu.ru Кафедральные сайты ДГУ http://cafedra.dgu.ru Сайт электронных образовательных ресурсов ДГУ http://eor.dgu.ru
Система электронного обучения	Сервер электронного обучения http://moodle.dgu.ru

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база

Помещения для осуществления образовательного процесса	Перечень основного оборудования (с указанием количества посадочных мест)	Адрес (местоположение)
<i>Аудитория для проведения лекционных занятий</i>		
Лекционные аудитории	Интерактивная доска, ноутбук, проектор. Количество посадочных мест – 30.	Ауд. 3-14, 4-16, 2-10, учебный корпус № 3, г. Махачкала, ул. Дзержинского, 12.
<i>Аудитория для проведения практических занятий</i>		
Аудитория для практических занятий	Интерактивная доска, ноутбук, проектор. Количество посадочных мест – 30.	Аудитория 4-13, учебный корпус № 3, г. Махачкала, ул. Дзержинского, 12.
<i>Аудитория для проведения лабораторных занятий, контроля успеваемости</i>		
Компьютерный класс	Компьютеры с выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза. Количество посадочных мест – 15.	Компьютерный зал № 2, учебный корпус № 3, г. Махачкала, ул. Дзержинского, 12.
<i>Помещения для самостоятельной работы</i>		
Компьютерный класс	Компьютеры с выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза. Количество посадочных мест – 15.	Компьютерный зал № 1, учебный корпус № 3, г. Махачкала, ул. Дзержинского, 12.
Читальный зал библиотеки ДГУ	Компьютеры с выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза. Количество посадочных мест – 30.	Электронный читальный зал научной библиотеки ДГУ, г. Махачкала, ул. Батырая, 4.

