

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Алгоритмы и структуры данных

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Системное и прикладное программирование

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Арзамас

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.12 Алгоритмы и структуры данных относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-11: Способен осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС), устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия	<p>ПК-11.1: Демонстрирует знание методологических основ модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).</p> <p>ПК-11.2: Демонстрирует умение осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС) и устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия.</p> <p>ПК-11.3: Имеет практический опыт модульного и интеграционного тестирования конкретной ИС (ИИС).</p>	<p>ПК-11.1:</p> <p>Знать структурные типы данных; стандартное, упакованное, косвенное представление данных; неструктурные типы данных; перечисление, прямое произведение, размеченное объединение, массив.</p> <p>Уметь разрабатывать эффективные алгоритмы с точки зрения пространственных и временных характеристик; определять оптимальные структуры данных при разработке алгоритмов; определять сложность алгоритмов</p> <p>Владеть различными способами анализа и трассировки алгоритмов; современными методами разработки алгоритмов; способами представления алгоритмов и представления данных</p> <p>ПК-11.2:</p> <p>Знать основы модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС)</p> <p>Уметь осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС)</p> <p>Владеть навыками модульного</p>	<p>Задания</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Практическое задание</p> <p>Реферат</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		и интеграционного тестирования ИС (ИИС). ПК-11.3: Знать основы модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС) Уметь осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС) Владеть навыками модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).		
ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области. ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС. ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области.	ПК-9.1: Знать математические методы, используемые при построении абстрактных моделей, реализующие представление объекта, системы или понятия в форме, приближенной к алгоритмическому описанию Уметь абстрагироваться от конкретной природы явлений или изучаемого объекта-оригинала, создавать качественные и количественные модели, использовать пакеты прикладных программ для математических и научных расчетов, ориентированных на широкие круги пользователей Владеть методами проведения вычислительных экспериментов, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации ПК-9.2: Знать теоретические вопросы, связанные с представлением, передачей, хранением и обработкой информации с помощью вычислительных систем, современные формализованные математические,	Задания Контрольная работа Практическое задание Реферат Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>информационно-логические и логико-семантические модели, достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем</p> <p>Уметь эффективно работать с информацией (собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать и обобщать их, сопоставлять с аналогичными или альтернативными вариантами решения, устанавливать статистические и логические закономерности, аргументировать выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем)</p> <p>Владеть навыками работы с компьютером как средством управления информацией, навыками разработки различных компьютерных моделей, навыками проверки адекватности компьютерной модели, программированием и современными компьютерными технологиями для решения практических задач.</p> <p>ПК-9.3:</p> <p>Знать основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Уметь применять основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Владеть навыками планирования проведения экспериментов и обработки их результатов</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	34	8
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	8
- КСР	1	1
самостоятельная работа	57	91
Промежуточная аттестация	0 Зачёт	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О	О Ф О	О З Ф О
Тема 1. Предмет теории алгоритмов. Историческое развитие теории алгоритмов и ее место среди других математических наук и в естествознании.	4	7	2				2	0	2	7
Тема 2. Понятие информации. Мера информации.	4	7	2	2			2	2	2	5
Тема 3. Формальное описание задачи. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритмов.	6	7	2		2	2	4	2	2	5
Тема 4. Асимптотики O, Ω, Θ. Полиномиальные, псевдополиномиальные и экспоненциальные алгоритмы.	4	9	2	2		2	2	4	2	5
Тема 5. Понятие рекуррентного уравнения. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций и метод рекурсивных деревьев.	4	7	2	2			2	2	2	5
Тема 6. Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов	7	9	2		2	2	4	2	3	7
Тема 7. Внутренние и внешние сортировки.	8	9	2		2	2	4	2	4	7
Тема 8. Алгоритмы поиска элемента, равного X, алгоритмы поиска k-й порядковой статистики. Оценка трудоемкости алгоритмов.	8	7	2	2	2		4	2	4	5
Тема 9. Способы организации базовых структур данных: массив, простой список, мультисписок, стек, очередь.	8	5	2		2		4	0	4	5

Реализация базовых операций и их трудоемкость.										
Тема 10. Приоритетная очередь. Бинарная куча, d-куча, Биномиальная куча. Куча Фибоначчи. Реализация базовых операций и их трудоемкость.	8	5	2		2		4	0	4	5
Тема 11. Система непересекающихся множеств. Различные способы представления системы непересекающихся множеств в памяти компьютера	6	5	2				2	0	4	5
Тема 12. Прямая адресация. Хэш-таблицы и хэш-функции.	6	5	2				2	0	4	5
Тема 13. Методы хранения деревьев в памяти компьютера. Бинарные поисковые деревья.	8	5	2		2		4	0	4	5
Тема 14. Графовые модели. Методы хранения графов в памяти компьютера.	6	5	2				2	0	4	5
Тема 15. Алгоритмы поиска в глубину и в ширину в графе и их трудоемкость. Алгоритмы построения кратчайших маршрутов в графе и их трудоемкость.	8	5	2		2		4	0	4	5
Тема 16. Минимальное остовное дерево графа. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала. Трудоемкость алгоритмов построения минимального остовного дерева.	6	5	2				2	0	4	5
Тема 17. Максимальный поток в сети и его приложения.	6	5	2				2	0	4	5
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	108	108	34	8	16	8	51	17	57	91

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Предмет теории алгоритмов. Историческое развитие теории алгоритмов и ее место среди других математических наук и в естествознании.

Определение алгоритма. История развития теории алгоритмов. Место теории алгоритмов среди других математических дисциплин. Основные направления исследований в теории алгоритмов.

Тема 2. Понятие информации. Мера информации.

Информация и ее свойства. Понятие информации и ее измерение. Единицы измерения информации.

Энтропия как мера беспорядка и информация.

Кодирование и сжатие информации. Шифрование и защита информации.

Тема 3. Формальное описание задачи. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритмов.

Формализация задачи: определение входных и выходных данных, а также ограничений и условий задачи. Размерность задачи: анализ размерности входных данных и определение основных параметров задачи, таких как количество элементов в массиве, количество записей в таблице и т.д. Сложность задачи: оценка сложности алгоритма с точки зрения времени выполнения и используемой памяти.

Разработка алгоритмов решения задачи: создание алгоритмов, которые могут быть использованы для решения задачи с различной размерностью. Тестирование алгоритмов: проведение тестов для оценки производительности алгоритмов при различных входных данных.

Оптимизация алгоритмов: поиск способов улучшения производительности алгоритмов, таких как использование более эффективных структур данных или применение параллельных вычислений.

Тема 4. Асимптотики O , Ω , Θ . Полиномиальные, псевдополиномиальные и экспоненциальные алгоритмы.

Асимптотические обозначения: O , Ω , θ , их использование для оценки сложности алгоритмов.

Полиномиальные алгоритмы: определение и примеры, их применимость для решения задач с ограниченными ресурсами. Псевдополиномиальные алгоритмы: суть концепции, примеры и ограничения применения.

Экспоненциальные алгоритмы: причины появления, примеры использования и способы оптимизации. Разница между полиномиальными, псевдополиномиальными и экспоненциальными алгоритмами, их влияние на выбор алгоритма для решения конкретной задачи. Ограниченность асимптотического анализа: важность учета констант и граничных условий при оценке сложности алгоритмов.

Тема 5. Понятие рекуррентного уравнения. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций и метод рекурсивных деревьев.

Введение в рекуррентные уравнения. Метод итераций для решения рекуррентных уравнений. Метод рекурсивных деревьев для решения рекуррентных уравнений. Примеры решения рекуррентных уравнений с использованием этих методов. Сравнение двух методов и их преимущества и недостатки.

Тема 6. Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов

Обзор алгоритмов: классификация, анализ и оценка алгоритмов. Приемы разработки эффективных алгоритмов: оптимизация, распараллеливание, кэширование, использование специализированных структур данных и др. Алгоритмы сортировки: основы, виды, сравнительный анализ, оптимизация. Алгоритмы поиска: основы, виды, сравнительный анализ, оптимизация. Алгоритмы на строках: основы, виды, сравнительный анализ, оптимизация. Графические алгоритмы: основы, виды, сравнительный анализ, оптимизация. Вероятностные и комбинаторные алгоритмы: основы, виды, сравнительный анализ, оптимизация. Динамическое программирование и жадные алгоритмы: основы, применение, примеры.

Генетические алгоритмы и алгоритмы искусственного интеллекта: основы, применение. Параллельное программирование алгоритмов: основы, технологии, применение.

Тема 7. Внутренние и внешние сортировки.

Внутренняя сортировка: Сортировка пузырьком. Шейкерная сортировка. Гномья сортировка.

Внешняя сортировка: Б-дерево. В+ дерево.

Сравнительный анализ внутренней и внешней сортировки. Применение сортировки в реальных задачах.

Тема 8. Алгоритмы поиска элемента, равного X, алгоритмы поиска k-й порядковой статистики. Оценка трудоемкости алгоритмов.

Бинарный поиск: основы алгоритма, его применение и анализ его сложности. Простой поиск: принципы работы алгоритма, его ограничения и преимущества.

Фибоначчиев поиск: описание алгоритма, его особенности и применение. Интерполяционный поиск: основные принципы работы, анализ эффективности и границы применимости. k-й элемент: алгоритм и его реализация, основы анализа сложности и примеры применения. Слияние: определение алгоритма, сферы его применения и анализ эффективности.

Сортировка слиянием: принципы работы и реализации алгоритма, анализ сложности и сравнение с другими методами сортировки. Асимптотический анализ: основные понятия, термины и обозначения, используемые в анализе алгоритмов. Оценка трудоемкости: методы оценки сложности алгоритмов, учет различных факторов и ограничения этих методов. Методы оптимизации: основы и принципы оптимизации алгоритмов, различные подходы и инструменты для этого процесса.

Тема 9. Способы организации базовых структур данных: массив, простой список, мультисписок, стек, очередь. Реализация базовых операций и их трудоемкость.

Массив: определение, виды (одномерный, двумерный и т. д.), применение, способы реализации и эффективность различных операций с массивами. Список: основные понятия (голова, хвост, узел), виды списков (простой, кольцевой, двусвязный и т. д.), операции со списками, сложность операций.

Мультисписок: отличие от обычного списка, применение, реализация и эффективность операций. Стек: основные операции (добавление, удаление, просмотр элемента), реализация стека на основе массива и на основе списка, эффективность операций. Очередь: основные операции, реализация очереди на основе массива, на основе связного списка, эффективность операций. Двоичное дерево поиска: основные понятия (корень, левое и правое поддерево, родительский узел), способы реализации, основные операции и их сложность.

Красно-черное дерево: особенности структуры, способ реализации, применение и эффективность основных операций. Хэш-таблица: основные понятия (хэш-функция, косая черта, коллизии), способы

разрешения коллизий, открытая и закрытая адресация, эффективность основных операций.

Тема 10. Приоритетная очередь. Бинарная куча, d-куча, Биномиальная куча. Куча Фибоначчи.

Реализация базовых операций и их трудоемкость.

Приоритетная очередь: основы работы, реализация на основе массивов и связанных списков, анализ трудоемкости операций. Бинарная куча: структура данных, реализация, операции добавления, удаления и поиска, анализ трудоемкости. D-куча: концепция, принципы работы, преимущества и недостатки по сравнению с бинарной кучей. Биномиальная куча: особенности, реализация, анализ трудоемкости операций. Куча Фибоначчи: структура, реализация, оценка трудоемкости операций.

Тема 11. Система непересекающихся множеств. Различные способы представления системы непересекающихся множеств в памяти компьютера

Основы теории множеств: определение, основные понятия и операции. Определение системы непересекающихся множеств (SNM) и ее применение.

Различные способы представления SNM: списки смежности, ориентированные ациклические графы, битовые карты, хэш-таблицы и т.д. Разработка и анализ алгоритмов для работы с SNM на разных представлениях: объединение, пересечение, поиск и т.п.

Эффективность алгоритмов и выбор оптимального представления для конкретной задачи. Применение SNM в различных областях: компьютерная графика, обработка изображений, алгоритмы на графах и т.д.

Тема 12. Прямая адресация. Хэш-таблицы и хэш-функции.

Прямая адресация: принцип работы, применение, эффективность. Хэш-таблицы: понятие, реализация, использование хэш-функций. Хэш-функции: классификация, методы построения, коллизии и их разрешение. Открытая и закрытая адресации: особенности, преимущества и недостатки. Хеширование с цепочками: применение, реализация.

Тема 13. Методы хранения деревьев в памяти компьютера. Бинарные поисковые деревья.

Тема посвящена методам хранения деревьев в памяти компьютера и бинарным поисковым деревьям.

Слушатели изучают структуры данных, представляющие деревья, алгоритмы их обхода и методы реализации бинарных поисковых деревьев.

Тема 14. Графовые модели. Методы хранения графов в памяти компьютера.

Определение графа, вершины, ребра, степень вершины.

Виды графов: ориентированный, неориентированный, взвешенный. Представление графов в памяти: списки смежности, матрицы смежности, списки рёбер, списки инцидентности. Алгоритмы обработки графов: поиск в глубину, поиск в ширину, топологическая сортировка, нахождение компонент связности. Применения графов в решении задач: задача о кратчайших путях, задача коммивояжёра.

Тема 15. Алгоритмы поиска в глубину и в ширину в графе и их трудоемкость. Алгоритмы построения кратчайших маршрутов в графе и их трудоемкость.

Алгоритм поиска в глубину: основы алгоритма, реализация, анализ сложности. Алгоритм поиска в ширину: принципы работы, реализация, анализ сложности. Алгоритмы нахождения кратчайших путей в графе: алгоритмы Дейкстры, Флойда-Уоршелла, Беллмана-Форда, их реализация и анализ сложности.

Тема 16. Минимальное остовное дерево графа. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала. Трудоемкость алгоритмов построения минимального остовного дерева.

Введение в графы. Основные определения и понятия.

Минимальное остовное дерево. Постановка задачи.

Алгоритм Прима. Описание алгоритма, его основные шаги. Анализ алгоритма Прима. Оценка временной сложности алгоритма. Алгоритм Крускала. Описание алгоритма и его основных шагов.

Анализ алгоритма Крускала. Оценка временной сложности алгоритма.

Сравнение алгоритмов Прима и Крускала. Преимущества и недостатки каждого из алгоритмов.

Практическое применение минимальных остовных деревьев. Примеры задач, где используются эти алгоритмы. Другие алгоритмы построения минимальных остовных деревьев. Обзор других алгоритмов и их особенностей. Оптимизация алгоритмов построения минимальных остовных деревьев. Методы улучшения временной и пространственной сложности алгоритмов.

Тема 17. Максимальный поток в сети и его приложения.

Введение в максимальный поток. Формулировка задачи о максимальном потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Теорема о максимальном расходе. Применение максимального потока в компьютерных сетях.

Задача о минимальном разрезе. Алгоритмы построения минимального разреза. Приложения максимального потока в экономике и управлении. Задачи о максимальном потоке в транспортной сети. Оптимизация потоков в транспортной сети с учетом ограничений.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Алгоритмы и структура данных" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=10493>).

Иные учебно-методические материалы: Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу

адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Сформулируйте свойства транзитивности, рефлексивности и симметричности асимптотических оценок.
2. Дайте определение понятий «экспоненциальный алгоритм», «полиномиальный алгоритм». Приведите примеры.
3. Объясните понятие «равнодоступная адресная машина». Приведите примеры ее использования.
4. Определите трудоемкость последовательной конструкции «ветвление» и «цикл».
5. Определите трудоемкость конструкции «цикл» со вложенным циклом.
6. Определите трудоемкость конструкции «цикл» с k вложенными циклами.
7. Дайте определение понятию «рекуррентное уравнение». Приведите примеры рекуррентных уравнений.
8. Какое рекуррентное уравнение называется правильным? Приведите примеры правильных рекуррентных уравнений.
9. Опишите «метод итераций» для решения рекуррентных уравнений.
10. Опишите метод оценки решения рекуррентного уравнения: «метод подстановок».
11. Опишите «метод рекурсивных деревьев» для решения рекуррентных уравнений.

12. Сформулируйте и докажите основную теорему о решении рекуррентного уравнения.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Дайте определение понятия «алгоритм», определите его свойства. Раскройте смысл этих свойств с помощью примеров.
2. Чем отличается современная трактовка понятия алгоритма от значения этого слова в прошлом? Чем можно объяснить историческое изменение значения этого понятия?
3. Какие способы описания алгоритмов существуют.
4. Что означает понятие «правильный алгоритм»?
5. Перечислите этапы разработки программ.
6. Приведите примеры семантических, синтаксических, логических ошибок в программе.
7. Дайте определение понятию «количество информации». Определите какого количества информации достаточно для установления номера выпавшего значения кубика.
8. Дайте определение понятию «размерность задачи».
9. Дайте определение понятию «сложность алгоритмы». С какой целью проводится анализ сложности алгоритма и зачем применяется система сравнительных оценок алгоритмов?
10. Определите понятия асимптотических оценок $f(n)=O(g(n))$, $f(n)=\Omega(g(n))$, $f(n)=\Theta(g(n))$. С какой целью проводится асимптотический анализ функций трудоемкости алгоритмов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.
хорошо	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
удовлетворительно	Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.
неудовлетворительно	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Организовать поиск заданного значения в массиве. Вывести весь массив, причем искомый элемент должен быть выделен жирным.

2. Написать функцию вычисления корней квадратного уравнения. Соответственно с входными параметрами **a, b, c**. Вывести содержимое файла на экран.
3. Записать в файл текстовую строку. Написать скрипт ведения адресной книги, где хранится ФИО человека, номер телефона и его адрес. Все данные хранить в текстовом файле по шаблону:

Иванов И. И||33-33-33||Моторостроителей 33 кв .4

Петров П. П.||35-35-35||Энергетиков 123 кв .77

и т.д.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Написать скрипт, который выполнял бы элементарные арифметические действия (сложение, умножение, вычитание, деление) и вывод результата на экран. **1.** Организовать проверку двух введенных чисел. Если a меньше b , то вывести число a меньше b , и если больше, то соответственно. Пример результата: «Число 4 меньше 7»
2. Написать скрипт вычисления корней квадратного уравнения
3. Обойти все элементы массива и вывести их на экран.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью без ошибок и недочетов
хорошо	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов
удовлетворительно	выставляется студенту, если представленная им контрольная работа выполнена правильно не менее чем на 2/3 всей работы или в работе допущены не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов
неудовлетворительно	выставляется студенту, если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

5. Пусть $f(n)$ и $g(n)$ – асимптотически положительные функции. Докажите или опровергните справедливость каждого из приведенных ниже утверждений:

а. Из $f(n) = O(g(n))$ следует, что $g(n) = O(f(n))$.

б. $f(n) + g(n) = \Theta(\min(f(n), g(n)))$.

в. Из $f(n) = O(g(n))$ следует $\lg(f(n)) = O(\lg(g(n)))$, где при достаточно больших n верны неравенства $\lg(g(n)) \geq 1$ и $f(n) \geq 1$.

г. Из $f(n) = O(g(n))$ следует $2^{f(n)} = O(2^{g(n)})$.

6. Выразите функцию $f(n) = n^3/1000 - 100n^2 - 100n + 3$ в Θ обозначениях.

7. Решите следующие рекуррентные уравнения: $T(n) = T(n-1) + n-1$, $n > 2$, $T(1) = 3$.

8. Определите верхнюю и нижнюю асимптотические границы функции $T(n)$ для каждого из представленных ниже рекуррентных соотношений. Считаем, что $T(n)$ – константа при $n \leq 2$. Обоснуйте свой ответ.

а) $T(n) = T(9n/10) + n$, б) $T(n) = 6T(n/2) + n^2$, в) $T(n) = 16T(n/4) + n^2$

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Предположим, на одной и той же машине проводится сравнительный анализ реализаций двух алгоритмов сортировки, работающих по методу вставок и по методу слияния. Для сортировки n элементов методом вставок необходимо $8n^2$ шагов, а для сортировки методом слияния – $64n \lg n$ шагов. При каком значении n время сортировки методом вставок превысит время сортировки методом слияния?

2. Расположите следующие функции по порядку в соответствии с нотацией большого O (обоснуйте это расположение). Сгруппируйте, например, с помощью подчеркивания, функции, которые являются Θ оценкой друг другу:

а) $200n^3 \lg n$, б) $2n^{100}$, в) $n \lg n$, г) $4^{\lg n}$, д) n^3 , е) $(\lg n)^{\lg n}$, ж) $n^{\lg \lg n}$.

3. Оцените скорость роста функций $f(n) = \{n, \lg n, n \lg n, n^2, 2n, n!\}$ при росте $n = 2^0, 2^4, 2^8, 2^{12}, 2^{16}, 2^{32}$. Результат представьте в виде таблицы.

4. Пусть $f(n)$ и $g(n)$ – асимптотически неотрицательные функции. Докажите с помощью базового определения Θ -обозначений, что $\max(f(n), g(n)) = \Theta(f(n) + g(n))$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Разработка электронного учебника по теме «измерение информации».
2. Решение задач теории игр.
3. Решение задач теории принятия решений в условиях риска.

4. Поиск с возвратом.
5. Метод ветвей и границ.

5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Эффективные алгоритмы на графах.
2. Эффективные алгоритмы сортировки и поиска.
3. Алгоритм Бауэра-Мура.
4. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта.
5. Разработка электронного учебного пособия по дисциплине «математическая логика и теория алгоритмов».

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом).
хорошо	Реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации.
удовлетворительно	Реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы (в процессе выступления с докладом) путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ.
неудовлетворительно	ставится за рефераты, в которых нет информации о проблематике работы и ее месте в контексте других работ по исследуемой теме.

5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

16. Для чего используется указатель в кольцевых списках ?

- a) для ссылки на следующий элемент;
- b) для запоминания номера сегмента расположения элемента;
- c) для ссылки на предыдущий элемент ;
- d) для расположения элемента в списке памяти.

17. Чем отличается кольцевой список от линейного ?

- a) в кольцевом списке последний элемент является одновременно и первым;

- b) в кольцевом списке указатель последнего элемента пустой;
- c) в кольцевых списках последнего элемента нет ;
- d) в кольцевом списке указатель последнего элемента не пустой.

18. Сколько указателей используется в односвязном кольцевом списке ?

- a) 1;
- b) 2;
- c) сколько угодно.

19. В каких направлениях можно перемещаться в кольцевом двунаправленном списке ?

- a) в обоих;
- b) влево;
- c) вправо.

20. С помощью какой структуры данных наиболее рационально реализовать очередь ?

- a) стек;
- b) список;
- c) дек.

21. В памяти ЭВМ бинарное дерево удобно представлять в виде:

- a) связанных линейных списков;
- b) массивов;
- c) связанных нелинейных списков .

22. Элемент t , на который нет ссылок, называется:

- a) корнем;
- b) промежуточным;
- c) терминальным (лист).

23. Дерево называется полным бинарным, если степень исходов вершин равна:

- a) 2 или 0;
- b) 2;
- c) M или 0;
- d) M .

24. Даны три условия окончания просеивания при сортировке прямым включением.

Найдите среди них лишнее.

- a) найден элемент $a(i)$ с ключом, меньшим чем ключ u ;
- b) найден элемент $a(i)$ с ключом, большим чем ключ u ;
- c) достигнут левый конец готовой последовательности.

25. Какой из критериев эффективности сортировки определяется формулой $M = 0,01 \cdot n \cdot n + 10 \cdot n$?

- a) число сравнений;
- b) время, затраченное на написание программы;
- c) количество перемещений;
- d) время, затраченное на сортировку.

26. Как называется сортировка, происходящая в оперативной памяти?

- а) сортировка таблицы адресов;
- б) полная сортировка;
- с) сортировка прямым включением;
- д) внутренняя сортировка;
- е) внешняя сортировка.

27. Как можно сократить затраты машинного времени при сортировке большого объёма данных ?

- а) производить сортировку в таблице адресов ключей;
- б) производить сортировку на более мощном компьютере;
- с) разбить данные на более мелкие порции и сортировать их.

28. Существуют следующие методы сортировки. Найдите ошибку.

- а) строгие;
- б) улучшенные;
- с) динамические .

29. Метод сортировки называется устойчивым, если в процессе сортировки...

- а) относительное расположение элементов безразлично;
- б) относительное расположение элементов с равными ключами не меняется;
- с) относительное расположение элементов с равными ключами изменяется;
- д) относительное расположение элементов не определено.

30. Улучшенные методы имеют значительное преимущество:

- а) при большом количестве сортируемых элементов;
- б) когда массив обратно упорядочен;
- с) при малых количествах сортируемых элементов;
- д) во всех случаях.

5.1.10 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

1. Структура данных представляет собой

- а. набор правил и ограничений, определяющих связи между отдельными элементами и группами данных
- б. набор правил и ограничений, определяющих связи между отдельными элементами данных
- с. набор правил и ограничений, определяющих связи между отдельными группами данных
- д. некоторую иерархию данных

2. Линейный список, в котором доступен только последний элемент, называется

- а. стеком
- б. очередью
- с. деком
- д. массивом
- е. кольцом

3. Структура данных работа с элементами которой организована по принципу FIFO (первый пришел - первый ушел) это –

- а. стек

- b. Дек
- c. Очередь
- d. Список

4. Линеиный последовательный список, в котором включение и исключение элементов возможно с обоих концов, называется

- a. стеком
- b. очередью
- c. деком
- d. кольцевой очередью

5. В чём особенности очереди ?

- a. открыта с обеих сторон ;
- b. открыта с одной стороны на вставку и удаление;
- c. доступен любой элемент.

6. В чём особенности стека ?

- a. открыт с обеих сторон на вставку и удаление;
- b. доступен любой элемент;
- c. открыт с одной стороны на вставку и удаление.

7. Какую дисциплину обслуживания принято называть FIFO ?

- a. стек;
- b. очередь;
- c. дек.

8. Какая операция читает верхний элемент стека без удаления?

- a. pop;
- b. push;
- c. stackpop.

9. Каково правило выборки элемента из стека ?

- a. первый элемент;
- b. последний элемент;
- c. любой элемент.

10. Как освободить память от удаленного из списка элемента ?

- a. p=getnode;
- b. ptr(p)=nil;
- c. freenode(p);
- d. p=lst.

11. Как создать новый элемент списка с информационным полем D ?

- a. p=getnode;
- b. p=getnode; info(p)=D;
- c. p=getnode; ptr(D)=lst.

12. Как создать пустой элемент с указателем p?

- a. p=getnode;

- b. info(p);
- c. freenode(p);
- d. ptr(p)=lst.

13. Сколько указателей используется в односвязных списках?

- a. 1
- b. 2
- c. сколько угодно.

14. В чём отличительная особенность динамических объектов ?

- a. порождаются непосредственно перед выполнением программы;
- b. возникают уже в процессе выполнения программы;
- c. задаются в процессе выполнения программы.

15. При удалении элемента из кольцевого списка...

- a. список разрывается;
- b. в списке образуется дыра;
- c. список становится короче на один элемент

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	85-100% правильных ответов
хорошо	66-84 % правильных ответов
удовлетворительно	50-65 % правильных ответов
неудовлетворительно	меньше 50 % правильных ответов

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные

	основные умения. Имели место грубые ошибки	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-11

1. Асимптотики O , Ω , Θ . Полиномиальные, псевдополиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Примеры алгоритмов решения задач и оценка их трудоемкости.
2. Понятие рекуррентного уравнения. Правильные и неправильные рекуррентные уравнения. Полное рекуррентное уравнение. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций и метод рекурсивных деревьев. Оценка решения рекуррентного уравнения: метод подстановок.
3. Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: «динамическое программирование». Примеры решения задач.
4. Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй». Примеры решения задач.
5. Внутренние сортировки: выбором, вставками, обменные (пузырьковая, шейкерная), быстрая, слиянием, пирамидальная. Оценка трудоемкости алгоритмов сортировки, используя рекуррентные уравнения.
6. Внешние сортировки. Оценка трудоемкости алгоритмов, используя рекуррентные уравнения.
7. Приоритетная очередь. Бинарная куча, d-куча, Биномиальная куча. Куча Фибоначчи. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Амортизированная (усреднённая) оценка трудоемкости операции. Примеры решения задач.

8. Методы хранения деревьев в памяти компьютера.
9. Бинарные поисковые деревья. Сбалансированные поисковые деревья: идеально сбалансированные деревья, АВЛ-деревья, красно-черные деревья, 2-3-деревья. Поддержка инвариантов сбалансированности. Реализация базовых операций и их трудоемкость.
10. Графовые модели. Методы хранения графов в памяти компьютера.
11. Алгоритмы построения кратчайших маршрутов в графе и их трудоемкость. Различные подходы к программной реализации алгоритма Дейкстры и их трудоемкость.
12. Минимальное остовное дерево графа. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала. Трудоемкость алгоритмов построения минимального остовного дерева.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9

1. Предмет теории алгоритмов. Историческое развитие теории алгоритмов и ее место среди других математических наук и в естествознании.
2. Понятие информации. Мера информации.
3. Формальное описание задачи. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритмов: наилучший случай, наихудший случай, трудоемкость в среднем, усредненная оценка трудоемкости группы операций.
4. Теорема о решении рекуррентного уравнения вида: $T(n) = a \cdot T(n/c) + b \cdot n$
5. Алгоритмы поиска элемента, равного X, алгоритмы поиска k-й порядковой статистики. Оценка трудоемкости алгоритмов.
6. Способы организации базовых структур данных: массив, простой список, мультисписок, стек, очередь. Реализация базовых операций и их трудоемкость.
7. Технология использования простейших структур данных на примере алгоритма сжатия информации Хаффмена.
8. Система непересекающихся множеств. Различные способы представления системы непересекающихся множеств в памяти компьютера. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Примеры решения задач.
9. Прямая адресация. Хэш-таблицы и хэш-функции. Открытое и закрытое хеширование. Методы разрешения коллизий: метод цепочек, открытая адресация.
10. Алгоритм поиска в глубину в графе и его трудоемкость. Алгоритм поиска в ширину в графе и его трудоемкость. Связность, двудольность графа. Выделение сильно связанных компонент ориентированного графа.
11. Маршруты, обладающие заданными свойствами. Подграфы. Топологическая сортировка. Эйлеров цикл.
12. Максимальный поток в сети и его приложения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Белов Владимир Викторович. Алгоритмы и структуры данных : Учебник / Рязанский государственный радиотехнический университет. - Москва : ООО "КУРС", 2020. - 240 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-25-6. - ISBN 978-5-16-104748-4. - ISBN 978-5-16-011704-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=629446&idb=0>.
2. Царев Роман Юрьевич. Алгоритмы и структуры данных (CDIO) : Учебник / Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2016. - 204 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7638-3388-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=623188&idb=0>.
3. Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных : учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ / Мартынюк Ю. М., Ванькова В. С., Даниленко С. В., Ваньков Б. П. - Тула : ТГПУ, 2021. - 71 с. - Книга из коллекции ТГПУ - Информатика. - ISBN 978-5-6047370-4-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=806569&idb=0>.
4. Дроздов Сергей Николаевич. Структуры и алгоритмы обработки данных : Учебное пособие / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2016. - 228 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9275-2242-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=622857&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Крупский Владимир Николаевич. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений : Учебное пособие для вузов / Крупский В. Н. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 117 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-04817-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=760658&idb=0>.
2. Методы оптимизации: теория и алгоритмы : учебное пособие / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский, С. А. Богданович. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 357 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492428> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-04103-3 : 1119.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=819192&idb=0>.
3. Пруцков Алексей Викторович. Математическая логика и теория алгоритмов : Учебник / Рязанский государственный радиотехнический университет; Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. - Москва : ООО "КУРС", 2018. - 152 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-74-4. - ISBN 978-5-16-105018-7. - ISBN 978-5-16-012180-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=622396&idb=0>.
4. Игошин Владимир Иванович. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов : Учебное пособие / Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. - Москва :

ООО "КУРС", 2019. - 392 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-08-9. - ISBN 978-5-16-103684-6. - ISBN 978-5-16-011429-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=623836&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

программное обеспечение Paint.NET;

программное обеспечение 1С:

* "Бухгалтерия предприятия", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/buhv8/> ,

* "Управление торговлей", редакция 11.1, см. <http://v8.1c.ru/trade/> ,

* "Зарплата и управление персоналом", редакция 3.0, см. <http://v8.1c.ru/hrm/> ,

* "Управление небольшой фирмой", редакция 1.5, см. <http://v8.1c.ru/small.biz/> ,

* "ERP Управление предприятием 2.0", см. <http://v8.1c.ru/erp/> .

* "Бухгалтерия государственного учреждения", редакция 1.0, см. <http://v8.1c.ru/stateacc/> ,

* "Зарплата и кадры государственного учреждения", редакция 1.0, <http://v8.1c.ru/statehrm/> .

программное обеспечение PascalABC.NET

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znaniium" <http://znaniium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского» <https://mooc.unn.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Сазанов Александр Анатольевич.

Рецензент(ы): Фокеев Максим Игоревич, кандидат педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.01.2024 г., протокол № 1.