

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

**Институт радиоэлектроники и информационных технологий**

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мякиньков А.В.

подпись

ФИО

02 июня 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.23 Структуры данных**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023, 2024, 2025

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 144 / 4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Санников А.Н., ассистент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИ-НОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 9, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 21 от 18.05.2023,

№ 16 от 21.05.2024,  
№ 6 от 17.12.2024.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 16.05.2025 № 8

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор А.А. Куркин

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.  
Протокол от 20.05.2025 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.03.02-п-23

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	8
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. .....</b>	<b>11</b>
5.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	11
5.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	13
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	16
7.2 ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	16
7.3 ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	16
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ – ЭТОТ ПУНКТ НЕ МЕНЯТЬ 17</b>	
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>17</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	19
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа .....	20
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	20
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся.....	20
10.5. Методические указания для выполнения РГР .....	20
10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта/работы.....	20
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	21
11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине .....	21

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является освоение дисциплинарных компетенций в области разработки алгоритмов и структур данных, тестирования и отладки программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности

### **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)**

Дисциплина «Структуры данных» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

1. Разработка алгоритмов и структур данных для информационных систем;
2. Систематизировать полученные знания и практические умения по дисциплине.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Структуры данных» Б1.Б.23 включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02.

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Структуры данных», являются:

- «Языки и методы программирования»;
- «Технология программирования».

Дисциплина «Структуры данных» является основополагающей для практики: «Методы оптимизации», «Численные методы», выполнение и защита ВКР.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>1</sup>

Таблица 3.1 - Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ОПК-2 - Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.</i>								
<i>Языки и методы программирования</i>								
<i>Технология программирования</i>								
<i>Структуры данных</i>								
<i>Численные методы</i>								
<i>Методы оптимизации</i>								
<i>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР</i>								

Таблица 3.2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ОПК – 2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения задач в области профессиональной деятельности.	ИОПК-2.2. Осуществляет выбор и адаптацию систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения задач в области профессиональной деятельности.	<p><b>Знать:</b> Классификацию структур данных; внутреннее устройство основных структур данных; алгоритмы решения типовых задач; методы определения аналитической сложности алгоритмов</p>	<p><b>Уметь:</b> Правильно выбирать используемые структуры данных при разработке программ; оценивать эффективность работы программ, выбирать наиболее эффективные способы алгоритмического решения поставленных задач; применять полученные знания при написании компьютерных программ</p>	<p><b>Владеть:</b> Методами определения аналитической сложности алгоритмов; навыками применения компьютерных технологий для решения задач</p>	<p>Набор индивидуальных заданий для выполнения лабораторных работ (№1-№4)</p>	<p>Набор экзаменационных билетов – 20 вопросов.</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего	В т.ч. по семестрам	
		час.	4 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>		<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>74</b>		<b>74</b>
<b>1.1 Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>		<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	34		34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	-		-
лабораторные работы (ЛР)	34		34
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>		<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-		-
текущий контроль, консультации по дисциплине	3		3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3		3
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>43</b>		<b>43</b>
реферат/эссе (подготовка)	-		-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-		-
контрольная работа	-		-
реферат/эссе (подготовка)	-		-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	43		43
Подготовка к экзамену (контроль)	27		27

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
<b>Раздел 1. Введение</b>													
ОПК-2 - ИОПК-2.2	Тема 1.1 Введение в анализ алгоритмов	2			3	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2]	Лекция-диалог; Бортовой журнал.						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>2</b>			<b>3</b>								
<b>Раздел 2. Динамические структуры данных</b>													
ОПК-2 - ИОПК-2.2	Тема 2.1 Односвязные, двусвязные и циклические списки, очереди, стеки, деки.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.5, 6.1.6], работа над заданием лабораторной работы	Мозговой штурм						
	Тема лабораторной работы: «Динамические структуры данных»		8		8	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1, 6.1.2]							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>2</b>	<b>8</b>		<b>9</b>								
<b>Раздел 3. Разреженные матрицы</b>													
ОПК-2 - ИОПК-2.2	Тема 3.1 Описание и методы хранения разреженных матриц (координатный, столбцовый, строчный).	6			1	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2], работа над заданием лабораторной работы	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 3.2 Разреженные матрицы общего вида. Ленточные матрицы.	4			1		Мозговой штурм						
	Тема лабораторной работы: «Разреженные матрицы»		8		8	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1, 6.1.2]							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>10</b>	<b>8</b>		<b>10</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
<b>Раздел 4. Рекурсивные алгоритмы</b>													
ОПК-2 - ИОПК-2.2	Тема 4.1 Рекурсивные алгоритмы. Методика решения рекурсивных задач.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4], работа над заданием лабораторной работы	Мозговой штурм						
	Тема 4.2 Графы. Классификация графов. Способы представления и хранения графовых структур.	2			1		Лекция-визуализация;						
	Тема 4.3 Деревья. Хранение и прохождение деревьев.	6			1		Разбор конкретных ситуаций.						
	Тема лабораторной работы: «Рекурсивные алгоритмы и графы»		10		8	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4]							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>11</b>								
<b>Раздел 5. Методы сортировки</b>													
ОПК-2 - ИОПК-2.2	Тема 5.1. Простые алгоритмы сортировки. Быстрая, пирамидальная и распределющая сортировки. Медианы и алгоритмы частичной сортировки.	10			2	Подготовка к лекциям [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4], работа над заданием лабораторной работы	Лекция-визуализация; Разбор конкретных ситуаций.						
	Тема лабораторной работы: «Методы сортировки»		8		8	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4]							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>10</b>	<b>8</b>		<b>10</b>								
	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>43</b>								
	Подготовка к экзамену (контроль				27								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)									
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>70</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

### **Вопросы для проверки уровня «ЗНАТЬ» и «ВЛАДЕТЬ»**

1. Именование переменных и функций.
2. Стиль оформления программ. Написание комментариев.
3. Основы анализа алгоритмов. Эффективность алгоритмов.
4. Основы анализа алгоритмов. Классификация скоростей роста.
5. Односвязные, двусвязные и циклические списки.
6. Стеки, очереди, деки.
7. Описание разреженной матрицы. Столбцовый формат хранения.
8. Описание разреженной матрицы. Строчный формат хранения.
9. Описание разреженной матрицы. Координатный формат хранения.
10. Разреженные матрицы общего вида.
11. Ленточные матрицы.
12. Рекурсивные алгоритмы.
13. Методика решения рекурсивных задач.
14. Деревья. Хранение и прохождение деревьев.
15. Графы. Классификация графов.
16. Графы. Методы представления графов.
17. Простые алгоритмы сортировки.
18. Быстрая, пирамidalная и распределющая сортировки.
19. Внешняя сортировка.
20. Медианы и алгоритмы частичной сортировки

### **Вопросы для проверки уровня «УМЕТЬ»**

1. Вывести все правильные скобочные выражения длиной  $N$ , состоящие из круглых и квадратных скобок.
2. Задается словарь. Найти в нем все анаграммы (слова, составленные из одних и тех же букв).
3. Написать алгоритмы вставки и удаления для односвязного списка.
4. Написать алгоритмы вставки и удаления для двусвязного списка.
5. Написать алгоритмы вставки и удаления для циклического списка.
6. Необходимо представить матрицу в координатном формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

7. Необходимо представить матрицу в столбцовом формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

8. Необходимо представить матрицу в строчном формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

9. Написать алгоритм обхода бинарного дерева в глубину.

10. Написать алгоритм обхода бинарного дерева в ширину.

11. Даны строка символов. Необходимо получить инверсию этой строки.

12. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Найти все вершины с одинаковыми номерами.

13. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Удалить самый высокий лист в дереве.

14. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Удалить самый низкий лист(листья).

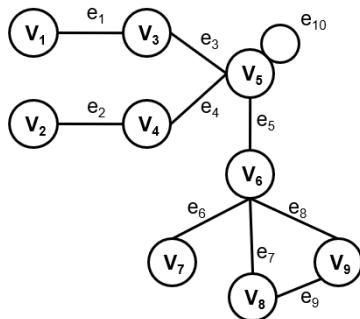
15. Дано N-дерево. Найти самый длинный от корня путь.

16. Написать функцию, которая определяет число вхождений элемента x в бинарное дерево.

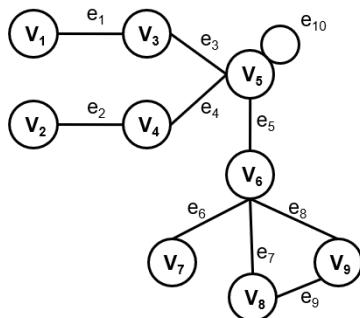
17. Вывести все листья дерева поиска в порядке возрастания.

18. Найти максимальный элемент бинарного дерева.

19. По заданному графу составить матрицу смежности.



20. По заданному графу составить матрицу инцидентности.



Для выполнения процедуры оценивания составлен паспорт оценочных средств.

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информатика и системы управления».

## 5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4 - При текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен (зачет с оценкой)
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 5.4 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК – 2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК-2.2. Осуществляет выбор и адаптацию систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения задач в области профессиональной деятельности.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены базовые алгоритмы и структуры данных; не отвечает на задаваемые вопросы	Фрагментарные, поверхностные знания о базовых алгоритмах и структурах данных; не во всех случаях находит правильные ответы на задаваемые вопросы	Знает алгоритмы обработки данных на достаточно хорошем уровне; умеет применять алгоритмы для решения практических задач; дает ответы на задаваемые вопросы	Имеет глубокие знания по алгоритмам обработки данных; дает развернутые ответы на задаваемые вопросы; Адаптирует стандартные алгоритмы и структуры для решения различных задач

Таблица 5.5 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

- 6.1.1 Технология программирования: Комплекс учебно-метод.материалов. Ч.1 : Алгоритмы и структуры данных / Ю.С. Бажанов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2009. - 126 с. : ил. - Глоссарий:с.121-122. - 182-83.
- 6.1.2 Кораблин, Ю. П. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебно-методическое пособие / Ю. П. Кораблин, В. П. Сыромятников, Л. А. Скворцова. — Москва : РТУ МИР-ЭА, 2020. — 219 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163860>

### 6.2 Справочно-библиографическая литература

#### — учебники и учебные пособия

- 6.1.3 Павлов, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебник для вузов / Л. А. Павлов, Н. В. Первова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-7259-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156929>.
- 6.1.4 Гулаков, В. К. Структуры и алгоритмы обработки многомерных данных : монография / В. К. Гулаков, А. О. Трубаков, Е. О. Трубаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-2962-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169211>.

### 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Структуры данных» в бумажном варианте находятся на кафедре «Информатика и системы управления». Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

6.3.1 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Структуры данных» [Электронные текстовые данные]: метод. указания к лаб. работе по дисциплине «Структуры данных» для студентов направления подготовки бакалавра 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: С.Н. Капранов., А.Н. Санников Н.Новгород, 2024.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 7.1 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	ЭБС «Консультант студента»	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
2	ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
3	Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

### 7.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 7.2 – Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	<p>Adobe Acrobat Reader (<a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>)</p> <p>Linux (<a href="https://www.linux.com/">https://www.linux.com/</a>)</p> <p>OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a></p> <p>JDK 8 и выше (<a href="https://adoptopenjdk.net/">https://adoptopenjdk.net/</a>)</p> <p>Фреймворк Java Spring 5 (<a href="https://spring.io/projects/spring-framework">https://spring.io/projects/spring-framework</a>)</p> <p>Eclipse (<a href="https://www.eclipse.org/">https://www.eclipse.org/</a>)</p> <p>IntelliJ Idea (<a href="https://www.jetbrains.com/ru-ru/idea/">https://www.jetbrains.com/ru-ru/idea/</a>)</p> <p>git (<a href="https://git-scm.com/">https://git-scm.com/</a>), github (<a href="https://github.com/">https://github.com/</a>)</p> <p>Maven (<a href="https://maven.apache.org/">https://maven.apache.org/</a>), Gradle (<a href="https://gradle.org/">https://gradle.org/</a>)</p> <p>Редактор блок-схем (<a href="https://app.diagrams.net/">https://app.diagrams.net/</a>)</p> <p>Microsoft Visual Studio 2017 Community Edition (<a href="https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/">https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/</a>)</p>

### 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 7.4 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 7.4 – Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.2014)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.2014)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ – этот пункт не менять

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 8.1 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

Таблица 9.1 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Номер аудитории	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения и реквизиты подтверждающего документа
4403	Лаборатория программирования автоматизированных систем обработки информации и управления (АСО и У). Мультимедийная аудитория № 4403 учебного корпуса № 4	1.Мультимедийный проектор Vivitek H 1180 - 1 шт. 2. Экран настенный LMP 100109 - 1 шт. 3. Сетевая купольная PTZ-камера AXIS M5014 4. Ноутбук Sony Vaio PCG-71812V - 1 шт. 5. Рабочие места, оснащенные комплектами терминалов доступа NComputing и мониторов ASUS -10шт. 6. Серверный компьютер на базе	1. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26) 2. MATLAB R2008a DVD KIT-WIN & UNIX/MAC (№ лицензии 527840, № заказа 2035235 Softline от 05.05.2008). 3. Распространяемое по свободной лицензии: Apache OpenOffice, ОС: Windows multiPoint Server 2011

		AMD Phenom II X6 – 2 шт. 7. Источник бесперебойного питания Ippon BP-PRO500 8. Рабочее место студента - 40.	
2210	Зал электронных ресурсов НТБ № 2210 учебного корпуса № 2	1. ПК – 2 шт. на базе Intel Celeron(R) CPU E3400, 2.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 250 ГБ HDD, ПК – 1 шт., монитор 17" - 3 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 2. Рабочее место студента - 3	1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26) 3. ConsultantPlus(договор №0332100025422000043 от 09.01.2023) 4. Техэксперт (Гражданско-правовой договор № 332100025422000048 от 23.01.2023) 5. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 6. Microsoft Office2007 (Номер лицензии - 44804588) 7. НЭБ РФ (Договор №101/НЭБ/1020) 8. Open office (свободное ПО)
6119	Читальный зал НТБ № 6119 учебно-лабораторного корпуса № 6	Рабочее место студента - 50.	
6162	Зал электронных ресурсов НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов № 6162 учебно-лабораторного корпуса № 6	1. ПК – 1 шт. на базе Intel Genuine(R) CPU 2140 1.6 ГГц., ОЗУ 1024 МБ, 160 ГБ HDD, ПК – 1 шт. на базе AMD athlon(tm) II X2 250, 3 ГГц, ОЗУ 2 Гб, 500 ГБ HDD, монитор 17" – 2 шт. 2. Рабочее место студента - 2	1. Microsoft Windows XP Professional (номер лицензии – 43178980) Microsoft Windows 7 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26) 3. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 4. MicrosoftOffice2007 (Номер лицензии - 44804588) 5. НЭБ РФ (Договор №101/НЭБ/1020) 6. Open office 4.1.7 (свободное ПО) 7. Р7 Офис (с/н 5260001439) 9. AdobeReader (проприетарное ПО) 9. (Гражданско-правовой договор № 0332100025422000048 от 23.01.2023)
6421	Мультимедийная аудитория учебно-лабораторного корпуса № 6	Доска меловая – 1 шт. Экран – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD250Ggb,SATAinterface, монитор 19", с выходом на проектор. Рабочее место студента – 74. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.). Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655). Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)
6543	Помещение для самостоятельной работы студентов (Компьютерный класс №	Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. Рабочие места сту-	Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор №

	1) учебно-лабораторного корпуса № 6	дента, оснащенные ПК на базеCore 2 Duo с мониторами –2 шт. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт. Проектор Accer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	0509/КМР от 15.10.2018. Бесплатное ПО: пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013
--	-------------------------------------	---	---

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Структуры данных», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, мессенджеры, Яндекс.Телемост.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно,

четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

#### 10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.4, 4.5, 4.6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

#### 10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### 10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### 10.5. Методические указания для выполнения РГР

РГР не предусмотрены учебным планом.

#### 10.6. Методические указания для выполнения курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

Выполнение и защита лабораторных работ **для студентов всех форм обучения**;

Темы лабораторных работ

1. Динамические структуры данных.
2. Разреженные матрицы
3. Рекурсивные алгоритмы и графы
4. Методы сортировки

Варианты заданий для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен для студентов очной формы обучения в 4 семестре.

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена:

### **Вопросы для проверки уровня «ЗНАТЬ» и «ВЛАДЕТЬ»**

1.Именование переменных и функций.

1. Стиль оформления программ. Написание комментариев.
2. Основы анализа алгоритмов. Эффективность алгоритмов.
3. Основы анализа алгоритмов. Классификация скоростей роста.
4. Односвязные, двусвязные и циклические списки.
5. Стеки, очереди, деки.
6. Описание разреженной матрицы. Столбцовый формат хранения.
7. Описание разреженной матрицы. Строчный формат хранения.
8. Описание разреженной матрицы. Координатный формат хранения.
9. Разреженные матрицы общего вида.
10. Ленточные матрицы.
11. Рекурсивные алгоритмы.
12. Методика решения рекурсивных задач.
13. Деревья. Хранение и прохождение деревьев.
14. Графы. Классификация графов.
15. Графы. Методы представления графов.
16. Простые алгоритмы сортировки.
17. Быстрая, пирамидальная и распределяющая сортировки.
18. Внешняя сортировка.
19. Медианы и алгоритмы частичной сортировки

### **Вопросы для проверки уровня «УМЕТЬ»**

1. Вывести все правильные скобочные выражения длиной  $N$ , состоящие из круглых и квадратных скобок.
2. Задается словарь. Найти в нем все анаграммы (слова, составленные из одних и тех же букв).
3. Написать алгоритмы вставки и удаления для односвязного списка.
4. Написать алгоритмы вставки и удаления для двусвязного списка.

5. Написать алгоритмы вставки и удаления для циклического списка.  
 6. Необходимо представить матрицу в координатном формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

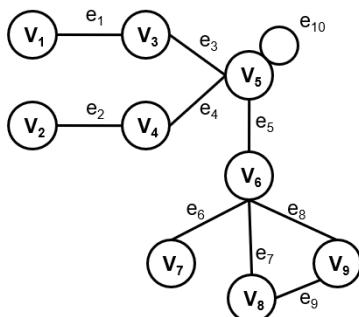
7. Необходимо представить матрицу в столбцовом формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

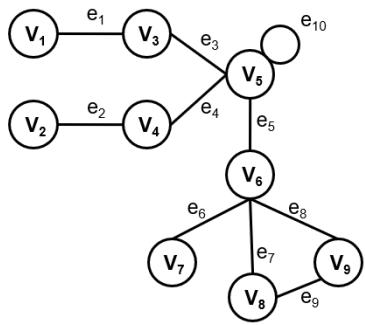
8. Необходимо представить матрицу в строчном формате хранения.

0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	5	0	0	0	0
0	0	0	0	9	1
0	0	0	0	0	3
8	0	0	4	0	0

9. Написать алгоритм обхода бинарного дерева в глубину.  
 10. Написать алгоритм обхода бинарного дерева в ширину.  
 11. Даны строка символов. Необходимо получить инверсию этой строки.  
 12. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Найти все вершины с одинаковыми номерами.  
 13. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Удалить самый высокий лист в дереве.  
 14. Написать алгоритм для решения задачи. Дано N-дерево. Удалить самый низкий лист(листья).  
 15. Дано N-дерево. Найти самый длинный от корня путь.  
 16. Написать функцию, которая определяет число вхождений элемента x в бинарное дерево.  
 17. Вывести все листья дерева поиска в порядке возрастания.  
 18. Найти максимальный элемент бинарного дерева.  
 19. По заданному графу составить матрицу смежности.



20. По заданному графу составить матрицу инцидентности.



В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Информатика и системы управления». Оценочные средства могут быть получены по требованию.

---