


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра дискретного анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Структуры и алгоритмы обработки данных»

**Направление подготовки**

01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль**

«Искусственный интеллект»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 11 апреля 2023 г.,  
протокол № 4

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
28 апреля 2023 г.

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Результаты изучения дисциплины «Структуры и алгоритмы обработки данных» востребованы при освоении дисциплин модулей: «Машинное обучение и анализ данных» и «Искусственный интеллект», преддипломной практике и выпускной квалификационной работе.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Дисциплина «Структуры и алгоритмы обработки данных» согласно учебному плану входит в модуль «Алгоритмизация и программирование» и реализуется в 3 семестре. Изучается на основе знаний, полученных при изучении дисциплин модулей «Аппаратное и программное обеспечение компьютера», «Современные цифровые технологии».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата (магистратуры, специалитета)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	ИОПК2.1 Осуществляет выбор и адаптацию математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Самостоятельно и грамотно осуществляет выбор и адаптацию математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач, в том числе в новой или нестандартной ситуации.
ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы,	ИОПК5.1 Обладает знаниями в области алгоритмизации и программирования.	Демонстрирует глубокие знания в области алгоритмизации и программирования.

пригодные практического применения.	для	ИОПК5.2 Демонстрирует умение выбрать и обосновать выбор языка и среды программирования для разработки компьютерных программ.	Умеет выбирать и обосновать выбор языка и среды программирования для разработки компьютерных программ, в том числе в новой или нестандартной ситуации.
		ИОПК5.3 Владеет навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения.	Полностью самостоятельно и верно разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПК-1. Способен проектировать компьютерное программное обеспечение.		ИПК1.1 Разрабатывает и изменяет архитектуру компьютерного программного обеспечения.	Демонстрирует глубокое знание и понимание принципов построения и видов архитектуры компьютерного программного обеспечения, типовых решений, библиотек программных модулей, шаблонов, классов объектов, используемых при разработке компьютерного программного обеспечения, методов и средств проектирования компьютерного программного обеспечения. Полностью верно и самостоятельно использует существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения, применяет методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения.
		ИПК1.2 Проектирует структуру данных, баз данных и программных интерфейсов.	Глубоко знает, полностью верно и самостоятельно умеет применять методы и средства проектирования баз данных и программных интерфейсов.

	<p>ИПК1.3 Разрабатывает техническую документацию на компьютерное программное обеспечение с использованием существующих стандартов, оценивает и согласовывает сроки выполнения поставленных задач.</p>	<p>Демонстрирует свободное владение стандартами в области разработки компьютерного программного обеспечения. Полностью верно и самостоятельно разрабатывает техническую документацию, оценивает и согласовывает сроки выполнения поставленных задач.</p>
<p>ПК-9. Способен оценить качество разрабатываемого программного обеспечения путем проверки соответствия продукта заявленным требованиям, сбора и передачи информации о несоответствиях.</p>	<p>ИПК9.1 Демонстрирует умение определять и описывать тестовые случаи на основе требований, заявленных к программному обеспечению.</p>	<p>Глубоко знает и понимает классификацию видов и типов тестирования программного обеспечения, техники проектирования и комбинаторики тестов, тестовые данные, обеспечивающие проверку безопасности программного обеспечения. Полностью верно и самостоятельно применяет техники проектирования тестов, анализирует тестовые случаи на предмет полноты учета покрытия, документирует тесты, разрабатывает скрипты и/или программные модули для автоматизации тестирования программного обеспечения, в том числе для проверки информационной безопасности разрабатываемого программного обеспечения.</p>
	<p>ИПК9.2 Проводит тестирование по разработанным тестовым случаям, осуществляет сбор информации о несоответствиях заявленным требованиям.</p>	<p>Самостоятельно и полностью верно выполняет начальные настройки для проведения тестирования, необходимые виды тестирования.</p>

<p>ИПК9.3 Анализирует результаты тестирования и дает оценку качеству разрабатываемого программного обеспечения.</p>	<p>Демонстрирует глубокое знание и понимание типов дефектов программного обеспечения, их классификации и статистики возникновения. Полностью верно и самостоятельно определяет уровень критичности дефектов программного обеспечения, составляет отчеты об анализе результатов тестирования программного обеспечения.</p>
---	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Алгоритмы сортировки данных.	3	2	2	8	0	0	14	
2	Абстрактные типы данных. Линейные списки. Деревья.	3	8	4	12	0	0	46	
3	Алгоритмы теории графов.	3	4	4	8	0	0	40	
4	Методы программирования, алгоритмы поиска.	3	4	2	8	0	0	40	
5	Сложность алгоритмов.	3	2	2	0	0	0	6	
	<b>ИТОГО</b>		<b>20</b>	<b>14</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>146</b>	<b>ЭКЗАМЕН</b>

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Алгоритмы сортировки данных.

Задача сортировки. Базовые методы сортировки. Улучшенные методы сортировки.

##### Раздел 2. Абстрактные типы данных. Линейные списки. Деревья.

Динамические переменные, ссылочные типы данных. Абстрактные типы данных. Линейные списки. Стеки. Очереди. Деки. Деревья.

##### Раздел 3. Алгоритмы теории графов.

Основные понятия теории графов. Обход графов. Задачи поиска путей в графах.

##### Раздел 4. Методы программирования, алгоритмы поиска.

Метод полного перебора. Прямой поиск. Бинарный поиск. Дерево поиска. Хеш-таблицы.

##### Раздел 5. Сложность алгоритмов.

Основы теории сложности алгоритмов.

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. MozillaFirefox

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

2. ОС семейства MicrosoftWindows
3. LibreOffice
4. Microsoft Office

**7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. 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 978-58114-7259-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/156929>
2. Маер, А. В. Введение в структуры и алгоритмы обработки данных : учебное пособие / А. В. Маер, О. С. Черепанов. — Курган : КГУ, 2021. — 107 с. — ISBN 978-5-4217-0576-5. —  
Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/177907>

**б) дополнительная литература**

1. Скворцова, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебно-методическое пособие / Л. А. Скворцова, К. В. Гусев, С. М. Трушин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 235 с. —  
Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/218699>
2. Кораблин, Ю. П. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебно-методическое пособие / Ю. П. Кораблин, В. П. Сыромятников, Л. А. Скворцова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. —  
219 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/163860>

3. Сыромятников, В. П. Структуры и алгоритмы обработки данных: Практикум : учебное пособие / В. П. Сыромятников. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 244 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163915>

**в) ресурсы сети «Интернет»**

- 1 Интерактивная доска.
- 2 <http://www.ois.org.ua/spravka/mat/index.htm> - электронная библиотека по математике. 3 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>- учебно-образовательная физико-математическая библиотека.
- 4 <http://www.exponenta.ru/>- образовательный математический сайт.



**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Структуры и алгоритмы обработки данных»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости

**Образцы заданий для лабораторных работ:**

**Задание 1.** Реализовать с использованием динамического списка решение задачи. В файле записан текст. Вывести все слова, встречающиеся в тексте, в алфавитном порядке с указанием количество повторений для каждого слова.

Примечание. Считать, что в текстовом файле каждое слово записано в отдельной строке.

**Задание 2.** Создать программу, включающую разобранные на лекции процедуры и функции работы с двусвязным списком. Самостоятельно реализовать функции:

- добавление элемента в конец двусвязного списка;
- добавление элемента после заданного в двусвязном списке; -  
добавление элемента перед заданным в двусвязном списке.

**Задание 3.** Выполнить задания, используя для представления очередей и стеков:

а) массивы; б) динамические списки.

1. Даны очередь и стек целых чисел. Из элементов стека меньших минимального элемента очереди сформировать новый стек.

**Образцы заданий для практических работ:**

Написать программы, реализующие решение следующих задач:

**Задание 1.** Динамические списки. Даны очередь и стек целых чисел. Из элементов стека меньших минимального элемента очереди сформировать новый стек.

**Задание 2.** Графы. Туристическое агентство организует путешествия по городам мира. Прямые авиарейсы существуют только между некоторыми из них, причем не обязательно в обоих направлениях. Требуется найти все возможные маршруты, начинающиеся в городе А и заканчивающиеся в городе В, что туристу, купившему путевку, не придется посещать один и тот же город дважды, а также подсчитать количество таких маршрутов.

Технические требования:

Количество городов  $N \leq 10$

Входные данные находятся в файле INPUT.TXT. Формат файла INPUT.TXT:

1-я строка – количество городов; 2-я – названия городов А и В через пробел; последующие строки содержат названия пар городов X и Y через пробел, для которых имеется авиарейс из X в Y.

**Задание 3.** Метод полного двоичного перебора.

Будем считать, что скобочное выражение состоит только из круглых открывающихся и закрывающихся скобок. Примеры:

(())()

((()

Скобочное выражение может быть правильным (см. примеры выше) и неправильным, например,

)()

(())

))(

Написать программу, выводящую все правильные скобочные выражения данной длины  $N$  ( $N \leq 20$ ) и подсчитывающей их количество. При  $N > 6$  результаты выводить в текстовый файл. **Задание 4.** Метод динамического программирования. Входные данные находятся в текстовом файле input.txt. В первой строке файла указаны через пробел размеры массива, каждый из которых не превосходит 20. В последующих строках перечислены элементы массива - целые числа. Результатом работы программы должны быть оптимальное значение целевой функции и путь, при котором оно достигается.

Дан двумерный числовой массив размером  $N_1 \times N_2$ . Найти такой путь от левого столбца массива к правому, чтобы сумма чисел по данному пути была минимальной. Из каждой клетки массива допустимо двигаться вправо, вправо-вниз или вправо-вверх. Считать, что нижняя и верхняя строки массива <склеены>, т.е. из первой строки можно попасть в последнюю и наоборот, например, в массиве размером  $8 \times 8$  из ячейки  $[1, 1]$ , двигаясь вправо-вверх, попадаем в ячейку  $[8, 2]$ .

**Задание 5.** Сортировка массивов. Составить программу, проводящую сравнительную характеристику методов сортировки массивов. Программа должна выполнять следующие действия:

1. Производить сортировку массива соответствующими методами.
2. Иллюстрировать работу каждого метода на небольших массивах (размером до 10 элементов).
3. Производить сортировку каждым из методов случайного массива, уже отсортированного массива, массива, отсортированного в обратном порядке. Размер массива при этом должен выбираться пользователем. После проведения сортировки, вывести данные о скорости работы методов.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену:

1. Типы данных, структуры данных, абстрактные типы данных.
2. Линейные списки. Стеки. Способы представления стеков.
3. Линейные списки. Очереди. Способы представления очередей.
4. Линейные списки. Деки. Основные операции с деками.
5. Деревья. Основные понятия. Создание, обход, представление деревьев.
6. Пример использования деревьев: код Хаффмана.
7. Графы. Основные понятия. Способы представления графов.
8. Путь с наименьшим количеством дуг в графе. Волновой обход графов.
9. Путь кратчайшей длины в графе. Алгоритм Дейкстры.
10. Кратчайший путь между парами вершин графа. Алгоритм Флойда.
11. Обход графов. Метод поиска в глубину. Глубинный остовный лес графов.

12. Циклы в графах. Алгоритм нахождения циклов в графе.
13. Сильная связность. Нахождение компонент сильной связности в графе.
14. Хроматическое число графов. Нахождение хроматического числа графов. Внешняя сортировка. Сортировка слиянием.
15. Метод полного перебора. Перебор циклами, рекурсивный перебор.
16. Метод полного перебора. Полный r-ичный перебор.
17. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана.
18. "Жадные" алгоритмы.
19. Метод ветвей и границ.
20. Задача сортировки. Метод прямого выбора.
21. Задача сортировки. Метод прямого включения.
22. Задача сортировки. Метод прямого обмена.
23. Улучшенная сортировка. Метод Шелла.
24. Улучшенная сортировка. Шейкерная сортировка.
25. Улучшенная сортировка. Пирамидальная сортировка.
26. Улучшенная сортировка. Быстрая сортировка.
27. Улучшенная сортировка. "Карманная" сортировка.
28. Задача поиска. Последовательный поиск.
29. Поиск в упорядоченной таблице. Бинарный поиск.
30. Поиск по бинарному дереву. Дерево поиска.
31. AVL-деревья.
32. Хеш-таблицы. Открытое хеширование.
33. Хеш-таблицы. Прямое хеширование. Методы разрешения коллизий.
34. Эффективность алгоритмов. NP-полные и трудно решаемые задачи.

Уровни оценки компетенций следующие: базовый – 55-69 баллов, повышенный – 70-100 баллов.

Преподаватель проводит систематический контроль знаний студентов, ориентируясь на перечень вопросов для проведения зачета/экзамена.

Критерии оценки лабораторных работ / практических занятий / самостоятельной работы студента (от 0 до 10 баллов):

- **9-10 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий работы и ответы на контрольные вопросы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.
- **7-8 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий и ответы на контрольные вопросы; студент анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.

- **5-6 баллов** выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в выполнении заданий или ответах на контрольные вопросы; представлен отчет, содержащий результаты выполнения заданий лабораторной работы и ответы на контрольные вопросы; студент испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе выполнения лабораторной работы, и формулировке выводов.
- **3-4 балла** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на контрольные вопросы, однако оформил отчет по результатам работы.
- **1-2 балла** выставляется студенту, если студент не до конца справился с заданием, не совсем верно ответил на контрольные вопросы, не оформил отчет по результатам работы.
- **0 баллов** выставляется студенту, если студент не справился с заданием, неверно ответил на представленные вопросы.

Ответ на зачете/экзамене оценивается исходя из 40 баллов (максимум). Билет содержит теоретический вопрос и практическое задание, преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Полный ответ на основной вопрос оценивается максимум в 20 баллов, предполагает свободное изложение (не чтение) всего необходимого материала, ответы студента на уточняющие вопросы, если они есть. Правильный ответ на дополнительный вопрос оценивается максимум в 5 баллов. Правильное выполнение практического задания оценивается в 20 баллов.

#### Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	базовый
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	повышенный
86-100 баллов	отлично (зачтено)	

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Структуры и алгоритмы обработки данных»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Структуры и алгоритмы обработки данных» являются лекции, содержащие информацию по всем разделам дисциплины, раскрывающую их особенности и взаимосвязь.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве индивидуальных заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные структуры данных и алгоритмы. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению индивидуальной работы. В качестве заданий для индивидуальной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом современной информатики, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде приёма индивидуальных заданий. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для работы, которые вызвали затруднения.

В конце курса изучения дисциплины студенты сдают экзамен.

#### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в разделе № 8 данной рабочей программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым

дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.