

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий  
Кафедра теории упругости и вычислительной математики  
имени академика А.С. Космодамианского



П.А. Машаров

29 марта 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АЛГОРИТМЫ И АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ

Укрупненная группа направлений  
подготовки  
Программа высшего образования  
Направление подготовки

Профиль подготовки

Квалификация  
Форма обучения

02.00.00 Компьютерные и  
информационные науки  
Программа бакалавриата  
02.03.02 Фундаментальная информатика и  
информационные технологии  
Фундаментальная информатика и  
информационные технологии  
Бакалавр  
Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности» для обучающихся по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 808 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры теории упругости и  
вычислительной математики  
им. акад. А.С. Космодамианского,  
канд. физ.-мат. наук, доцент



Е.В. Авдюшина

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики им. акад. А.С. Космодамианского.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 10

Врио заведующего кафедрой



Р.Н. Нескородев

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и  
информационных технологий  
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.  
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.

Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
д-р техн. наук, доц.  
26.03.2024 г.



Д.В. Шевцов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Дискретная математика, Математический анализ, Языки программирования.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Теория автоматов и формальных языков, Основы математического моделирования и системного анализа, подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.17 Алгоритмы и анализ сложности
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

### 2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	4	34	51	-	95	180	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение наиболее важных компьютерных алгоритмов и характеристик их производительности, распространение алгоритмов на решение практических задач. Введение понятия сложность алгоритма, метод решения, структура данных, рассмотрение алгоритмических способов хранения и обработки данных и возможности их использования в различных алгоритмах, выбор оптимального алгоритма для решения конкретной задачи в прикладной деятельности.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

ПК-1. Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания,

современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии.

#### 4.2. Индикаторы компетенций

ПК-1.1. Понимает классические алгоритмы и их сложность, применяет алгоритмы, структуры данных и современные языки программирования в прикладной деятельности.

#### 4.3. Результаты обучения

ПК-1.1.1. Знает характеристики и основные элементы классических алгоритмов обработки и хранения структур данных, понятие эффективности алгоритма и математический аппарат его характеризующий.

ПК-1.1.2. Умеет записывать классические алгоритмы по обработке массивов, стека, очереди, списков, двоичных деревьев на языке программирования.

ПК-1.1.3. Аргументированно применяет основные приемы анализа сложности классических алгоритмов, используемых при решении прикладных задач.

### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные понятия и алгоритмы сортировки	
Основные понятия	Базовые модели программирования. Абстракция данных. Способы анализа алгоритма. Научный метод. Наблюдения. Математические модели. Классификация порядков роста
Рекурсия	Рекурсия и ее программная реализация. Факториал. Рекурсивный двоичный поиск. Эффективность рекурсии
Тривиальные и нетривиальные сортировки	Пузырьковая сортировка. Сортировка методом вставок и методом выбора. Эффективность тривиальных сортировок. Сортировка Шелла. Сортировка слияния. Разбиение. Быстрая сортировка. Эффективность сортировок. Зависимость сложности алгоритма от исходных данных
Пирамиды	Понятие пирамиды. Пирамидальная сортировка
Раздел 2. Структуры данных и сложность основных алгоритмов работы с ними	
Стеки и очереди	Стек. Реализация на основе массива. Применение стека. Эффективность стеков. Очередь. Циклическая очередь. Приоритетная очередь. Элементарные реализации. Эффективность различных видов очереди
Списки	Связный список. Двусторонний связный список. Эффективность связного списка. Возможность реализации стека на базе связного списка. Сортированные списки. Основные операции и пример реализации двусвязного списка.
Деревья и графы	Дерево бинарного поиска. Анализ бинарного поиска. Реализация алгоритмов для деревьев бинарного поиска. Сбалансированные деревья поиска. Проблема несбалансированных деревьев. Основные понятия о многопутевых деревьях (красно-черных деревьях и деревьях 2-3-4). Основные виды графов. Неориентированный граф. Алгоритм Уоршелла. Поиск в глубину и в ширину. Нахождение путей. Ориентированные и взвешенные графы. Свойства кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры и Флойда.
Хеш-таблицы	Хеш-функции. Хеширование с отдельными цепочками. Хеширование с линейным и двойным опробованием

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС + К	Всего
Раздел 1. Основные понятия и алгоритмы сортировки	12	19	–	36	67
Основные понятия	2	2	–	4	8
Рекурсия	2	3	–	6	11
Тривиальные и нетривиальные сортировки	6	10	–	20	36
Пирамиды	2	4	–	6	12
Раздел 2. Структуры данных и сложность основных алгоритмов работы с ними	22	32	–	59	113
Стеки и очереди	4	6	–	10	20
Списки	4	8	–	12	24
Деревья и графы	10	12	–	24	46
Хеш-таблицы	4	6	–	13	23
ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	51	–	95	180

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

1. Способы записи алгоритма.
2. Геометрическая интерпретация сложности алгоритмов.
3. Рекурсивные алгоритмы - достоинства и недостатки. Базовое ограничение.
4. Примеры программной реализации факториала и чисел Пифагора.
5. Тривиальные алгоритмы сортировки (пузырек, выбор, вставка), их сложность и возможности их оптимизации. Приведите примеры программной реализации.
6. Нетривиальные алгоритмы сортировки (Шелла, быстрой сортировки, слияния), их сложность. Структуры данных и вспомогательные алгоритмы для их реализации. Приведите примеры программной реализации.
7. Понятие пирамиды – связь между массивом и деревом.
8. Пирамидальная сортировка и ее эффективность.

#### Раздел 2

9. Классический стек. Перечислите основные функциональные возможности стека. Опишите сложность функций стека. Приведите примеры программной реализации.
10. Классическая очередь. Циклическая очередь и очередь с приоритетом. Перечислите основные функциональные возможности очереди и сложность. Приведите примеры программной реализации.
11. Очереди с приоритетами. Преимущества и недостатки.
12. Понятие односвязного, двусвязного и двустороннего списков.
13. Принципы реализации функциональных возможностей списков, сложность и количество действий.
14. Деревья бинарного поиска. Алгоритм формирования дерева, поиска элемента. Виды обхода дерева. Эффективность двоичных деревьев.
15. Неориентированные, ориентированные и взвешенные графы.
16. Минимальные остовые деревья. Кратчайшие пути. Транзитивное замыкание
17. Алгоритмы Уоршелла, Дейкстры и Флойда.
18. Хеш-таблицы. Понятие коллизии и проблема ее устранения.
19. Резания хеш-таблицы в стандартной библиотеке языка Java.

## 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по темам:

- сравнительные характеристики тривиальных, нетривиальных сортировок;
- записать двоичное дерево по исходным данным, построить один из обходов дерева, определить уровень дерева;
- к приведенному графу применить один из алгоритмов: обход графа, алгоритм поиска минимального остовного дерева, алгоритмы Уоршелла, Дейкстры или Флойда в зависимости от типа графа.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа и лабораторные работы	70
	Модульная контрольная работа	25
ИТОГО		100
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методических кабинетах главного корпуса (ауд.604), материально-техническую базу учебной лаборатории «Сетевых компьютерных технологий» (ауд. 606) и учебной лаборатории «Интегрированных сред программирования» (ауд. 610) кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского.



Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Коварцев А.Н. Алгоритмы и анализ сложности: учебник / А.Н. Коварцев, А.Н. Даниленко. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 128 с. – URL: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Algoritmy-i-analiz-slozhnosti-Elektronnyi-resurs-uchebnik-73319/1/Коварцев%20А.Н.%20Даниленко%20А.Н.%20Алгоритмы%20и%20анализ%20сложности.pdf> (дата обращения: 25.03.2024)
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. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/163860> (дата обращения: 17.12.2023)
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. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156929> (дата обращения: 17.12.2023).

### 11.2. Дополнительная литература

1. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных: новая версия для Оберона + CD / Н. Вирт; пер. с англ. под ред. Ф. В. Ткачева. - Москва : ДМК Пресс, 2010. - 272 с.
2. Кнут Д.Э. Искусство программирования : Пер. с англ. Т. 2 : Получисленные алгоритмы / Д.Э. Кнут ; Под общ. ред. Ю.В. Козаченко. - 3. изд. - М. : Вильямс ; СПб., 2001. - 829 с. Каб7 (1)
3. Кнут Д. Э. Искусство программирования для ЭВМ: [В 7 т.] : Пер. с англ. Т. 2 : Получисленные алгоритмы / Пер. с англ. Г.П. Бабенко и др. ; Под ред. Г.П. Бабенко. - М. : Мир, 1977. - 724 с.
4. Кнут Д.Э. Искусство программирования: Пер. с англ. Т. 1 : Основные алгоритмы / Д.Э. Кнут ; Под общ. ред. Ю.В. Козаченко. - 3. изд. - М. : Вильямс ; СПб., 2001. - 714 с.
5. Кнут Д.Э. Искусство программирования для ЭВМ: Т.1: Основные алгоритмы / Пер. с англ. Г.П. Бабенко, Ю.М. Баяковского ; Под ред. Г. П. Бабенко, В. С. Штаркмана. - М. : Мир, 1976. - 735 с.
6. Кнут Д.Э. Искусство программирования : Пер. с англ. Т. 3 : Сортировка и поиск / Д.Э. Кнут ; Под общ. ред. Ю.В. Козаченко. - 2. изд. - М. : Вильямс ; СПб., 2001. - 824 с.
7. Кнут Д.Э. Искусство программирования для ЭВМ : [В 7 т.] : Пер. с англ. Т. 3 : Сортировка и поиск / Пер. с англ. Н.И. Вьюковой и др. ; Под ред. Ю.М. Баяковского. - М. : Мир, 1978. - 844 с.
8. Гашков С.Б. Арифметика ; Алгоритмы ; Сложность вычислений : Учеб. пособие для студентов вузов / С.Б. Гашков, В.Н. Чубариков. - 2-е изд. - М. : Высш. шк., 2000. – 320 с.
9. Сэвидж Джон Э. Сложность вычислений / Пер. с англ. Е. П. Липатова, М.И. Гринчука ; Под ред. О.М. Касим-Заде. - М. : Факториал, 1998. - 368 с.



10. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции / А.И. Мальцев. - 2-е изд. - М. : Наука, 1986. - 367 с.

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»**: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. **Национальная электронная библиотека** (НЭБ): федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
4. Официальная страница Eclipse URL: <https://www.eclipse.org/eclipse/> (дата обращения: 15.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
5. Официальная страница Java SDK URL: <https://www.oracle.com/java/technologies/downloads/> (дата обращения: 15.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
6. Справочник по Java и XML URL: <https://betacode.net/> (дата обращения: 15.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.
7. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
8. Электронно-библиотечная система **«Лань»**: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
9. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 23.03.2024). – Режим доступа: свободный.
11. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

## 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Eclipse (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).