

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г.Баханович

Регистрационный № ТД-_____/тип.

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

1-40 04 01 Информатика и технологии программирования

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н. Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

М.А.Калугина, доцент кафедры информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Отдел теории чисел и дискретной математики Государственного научного учреждения «Институт математики Национальной академии наук Беларуси» (протокол № 4 от 20.02.2023);

О.Н.Кемеш, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 14.12.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 17.03.2023);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 7 от 13.03.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-40 04 01 Информатика и технологии программирования в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I степени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Возрастающий объем прикладных задач постоянно ужесточает требования к качеству современных компьютерных алгоритмов, эффективность которых напрямую связана с используемыми структурами данных. Умение выбрать для одной и той же проблемы несколько способов решения с соответствующим представлением информации, затем проанализировать эффективность разработанных алгоритмов является важной, если не основной, профессиональной компетенцией будущих выпускников.

Изучение учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» логически продолжает работу, начатую в рамках дисциплины «Основы алгоритмизации и программирования», и использует уже полученные студентами навыки программной реализации базовых алгоритмов на С-подобных языках. Достаточно серьезная математическая подготовка в течение первых трех семестров является основой для понимания аппарата по оценке сложности алгоритмов и представления структур данных. Все это вместе способствует формированию высокого уровня профессиональных компетенций и развитию творческого потенциала студентов. Приобретенные знания, умения и навыки позволят в практической деятельности использовать наработанные подходы к алгоритмическому решению задач и оценке качественных показателей результата. Следует заметить, что учебный курс не привязан к конкретному языку программирования. Описание алгоритмов рассматривается на псевдокоде и позволяет его реализовать в любой используемой программной среде.

Главным в преподавании учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» видится помощь студентам не только в приобретении знаний об имеющихся способах анализа базовых компьютерных алгоритмов и представления данных, но и в выработке умений теоретически и экспериментально исследовать полученные результаты; в формировании навыков самостоятельного контроля полученных решений и работы со специальной литературой.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели учебной дисциплины: освоение знаний в области анализа алгоритмов и представления структур данных; применение этих методик для оценки трудоемкости базовых алгоритмов сортировки и поиска, а также выбора эффективного способа хранения, представления и преобразования информации; приобретение навыка разработки алгоритмов решения задач, построения соответствующих им структур данных, анализа полученных результатов.

Задачи учебной дисциплины:

изучение математических основ анализа алгоритмов и представления основных структур данных;

приобретение навыков оценки сложности базовых алгоритмов внутренней и внешней сортировок и поиска;

изучение основных классов структур данных, областей их применимости и методик анализа их качественных показателей;

приобретение навыка разработки эффективного с точки зрения выбранных структур данных алгоритма, его реализации на псевдокоде или некотором языке программирования, анализа корректности и трудоемкости.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» являются «Математический анализ», «Дискретная математика» и «Основы алгоритмизации и программирования». В свою очередь, логичным продолжением разделов по структурам данных является учебная дисциплина компонента учреждения высшего образования «Системный анализ и исследование операций», ориентированная на изучение эффективных алгоритмов для практических задач на графах.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» формируются следующие компетенции:

универсальная: обладать навыками творческого аналитического мышления;

базовая профессиональная: проводить оценку сложности представления структур данных и качественных показателей алгоритмов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

базовые компьютерные алгоритмы и их модификации;

оценки качественных показателей алгоритмов сортировки и поиска;

основные классы структур данных;

область применимости для конкретных структур данных;

оценки сложности представления основных структур данных;

уметь:

оценивать эффективность алгоритмов;
оценивать объем требуемой памяти для базовых структур данных;
реализовывать основные структуры данных при помощи псевдокода
(выбранного языка программирования);

владеть:

умением описать разработанный алгоритм на псевдокоде или выбранном языке программирования;

навыком оценки временной и пространственной сложности разработанного алгоритма;

методикой проведения сравнительного анализа разных алгоритмов для решения одной задачи;

творческим подходом к решению алгоритмических задач и умением работать в команде.

Типовая учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 52 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 26 часов, практические занятия – 26 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Практические занятия
Раздел 1. Математические основы анализа алгоритмов	14	6	8
Тема 1. Базовые понятия и алгоритмические стратегии	4	2	2
Тема 2. Асимптотический анализ алгоритмов	4	2	2
Тема 3. Рекуррентные соотношения и их использование при оценке сложности алгоритмов	6	2	4
Раздел 2. Анализ базовых алгоритмов поиска и сортировки	12	6	6
Тема 4. Общие сведения о поиске и сортировке	2	2	-
Тема 5. Анализ базовых алгоритмов внутренней сортировки	6	2	4
Тема 6. Внешняя сортировка	4	2	2
Раздел 3. Структуры данных	16	10	6
Тема 7. Элементарные структуры данных	2	2	-
Тема 8. Абстрактные типы данных	2	2	-
Тема 9. Деревья	4	2	2
Тема 10. Структуры данных для задания множеств	4	2	2
Тема 11. Очередь с приоритетами	4	2	2
Раздел 4. Поиск	10	4	6
Тема 12. Деревья поиска и хеш-таблицы	6	2	4
Тема 13. Поиск подстрок	4	2	2
Итого:	52	26	26

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ

Тема 1. БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ

Понятие об алгоритме. Итеративные и рекурсивные алгоритмы. Основные алгоритмические стратегии: полный перебор, декомпозиция, «жадная», динамическое программирование. Количество информации, размерность задачи, трудоемкость алгоритма. Временная и пространственная сложности. Лучший, средний, худший случаи. Амортизационный анализ алгоритмов. Эмпирический анализ алгоритмов.

Тема 2. АСИМПТОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ

Сравнение бесконечно больших последовательностей в математическом анализе. Классификация функций по их асимптотическому росту: асимптотические обозначения, определения, свойства, использование в уравнениях и неравенствах. Часто встречающиеся функции: разные типы округлений, модульная арифметика, многочлены, показательная и логарифмическая функции, факториал, функциональная итерация.

Тема 3. РЕКУРРЕНТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Задание рекуррентного соотношения. Различные методы решения рекуррентных соотношений. Теорема о решении рекуррентного уравнения и ее доказательство. Применение рекуррентных соотношений при анализе алгоритмов, использующих стратегию декомпозиции.

Раздел 2. АНАЛИЗ БАЗОВЫХ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА И СОРТИРОВКИ

Тема 4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОИСКЕ И СОРТИРОВКЕ

Последовательный и бинарный поиск (левосторонний / правосторонний), оценка трудоемкости. Тернарный поиск. Поиск с помощью «золотого» сечения. Интерполяционный поиск.

Отношение линейного порядка. Понятие сортировки. Задача сортировки. Устойчивость алгоритма сортировки. Классификация сортирующих алгоритмов по трудоемкости. Дерево сортировки. Нижние оценки сложности алгоритмов сортировки.

Тема 5. АНАЛИЗ БАЗОВЫХ АЛГОРИТМОВ ВНУТРЕННЕЙ СОРТИРОВКИ

Квадратичная сортировка. Алгоритмы с помощью вставок, выбора, обменов и их модификации. Построение рекуррентного уравнения для трудоемкости алгоритмов и его решение. Сортировка Шелла.

Логарифмическая сортировка. Сортировка слиянием. Быстрая сортировка. Решение рекуррентного соотношения для трудоемкости алгоритма быстрой сортировки. Проблема выбора опорного элемента при быстрой сортировке. Поиск k -й порядковой статистики за линейное время.

Линейная сортировка: блочная (карманная) сортировка и поразрядная сортировка (LSD-, MSD-сортировка).

Тема 6. ВНЕШНЯЯ СОРТИРОВКА

Последовательный файл как простейшая динамическая структура данных и его свойства. Мера качества алгоритма, работающего с дополнительной памятью. Определение внешней сортировки. Алгоритм сортировки слиянием и его анализ в случае привлечения дополнительной памяти. Способы минимизация полного времени выполнения.

Раздел 3. СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Тема 7. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Массивы. Односвязные списки. Двусвязные списки. Кольцевые списки.

Тема 8. АБСТРАКТНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ

Общая идеология абстрактных типов данных (АТД). АТД «Список». АТД «Стек». АТД «Очередь». АТД «Дек». АТД «Вектор» и «Последовательность».

Тема 9. ДЕРЕВЬЯ

Основные понятия. Виды деревьев. Дерево как АТД. Варианты реализации дерева. Обход дерева. Преобразования деревьев.

Тема 10. СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАДАНИЯ МНОЖЕСТВ

Линейные способы представления множеств. Системы непересекающихся множеств. Словари.

Тема 11. ОЧЕРЕДЬ С ПРИОРИТЕТАМИ

АТД «Очередь с приоритетами». Бинарная пирамида (куча), биномиальная пирамида, пирамида Фибоначчи. Использование очереди с приоритетами.

Раздел 4. ПОИСК

Тема 12. ДЕРЕВЬЯ ПОИСКА И ХЭШ-ТАБЛИЦЫ

Бинарное дерево поиска. «Вращения» в деревьях. AVL-деревья. (2-4)-дерево. Красно-черное дерево. Деревья отрезков.

Хеш-функции. Различные способы реализации хеш-таблиц. Устранение коллизий.

Тема 13. ПОИСК ПОДСТРОК

Постановка задачи и простейший алгоритм решения. Алгоритм Рабина-Карпа. Поиск при помощи конечного автомата. Алгоритм Бойера-Мура. Алгоритм Хорспула. Использование деревьев для поиска подстрок.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Актанорович, С. В. Алгоритмы и структуры данных : учебно-методическое пособие / С. В. Актанорович, А. А. Волосевич – Минск : БГУИР, 2013. – 112 с.
2. Ахо, А. Построение и анализ вычислительных алгоритмов / А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман. – Москва : Мир, 1979. – 384 с.
3. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 272 с.
4. Кнут, Д. Искусство программирования / Д. Кнут. – 3-е изд. доп. – Т. 1. – Москва : Вильямс, 2019. – 720 с. ; – Т.3. – Москва : Диалектика, 2019. – 832 с.
5. Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Томас Х. Кормен [и др.]. – 3-е изд-е дополн. – Москва : Диалектика, 2019. – 1328 с.
6. Котов, В. М. Алгоритмы и структуры данных : учебное пособие / В. М. Котов, Е. П. Соболевская, А. А. Толстикова. – Минск : БГУ, 2011. – 267 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

7. Макконелл, Дж. Основы современных алгоритмов / Дж. Макконелл. – 2-е изд. доп. – Москва : Техносфера, 2004. – 368 с.
8. Сеньюкова, О. В. Сбалансированные деревья поиска. / О. В. Сеньюкова. – Москва : МГУ, 2014. – 68 с.
9. Сэджвик, Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ : в 4 ч. / Р. Сэджвик. – DiaSoft, 2001. – 4 ч.
10. Knebl, H. Algorithms data and structures. Foundation and probabilistic methods for design and analysis / H. Knebl. – Springer, 2019. – 349 p.
11. Storer, James F. An introduction to data structures and algorithms. / James F. Storer. – Springer, 2002. – 599 p.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- работа с учебной и справочной литературой;
- подготовка к практическим занятиям и выполнение домашних заданий;
- повторение пройденного теоретического материала;
- изучение статей и дополнительной литературы по отдельным темам учебной дисциплины.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-40 04 01 Информатика и технологии программирования в качестве формы промежуточной аттестации по

учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

собеседования;

контрольные опросы (в устной и письменной формах);

отчеты по аудиторным практическим занятиям с их устной защитой;

отчеты в виде письменной работы;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных и практических занятиях;

элементы контролируемого обучения (контрольные опросы, контрольные работы), реализуемые на практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы студентов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Базовые понятия и алгоритмические стратегии.
2. Асимптотический анализ алгоритмов.
3. Рекуррентные соотношения и методы их решения.
4. Применение рекуррентных соотношений при анализе алгоритмов.
5. Квадратичная сортировка.
6. Логарифмическая сортировка.
7. Внешняя сортировка.
8. Дерево как АД. Варианты реализации.
9. Структуры данных для задания множеств.
10. Очередь с приоритетами.
11. Деревья поиска.
12. Хэш-таблицы.
13. Поиск подстрок.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Проектор (монитор) и компьютер для демонстрации презентаций лекций и примеров псевдокода алгоритмов.