

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 № _____

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
6-05-0612-01 Программная инженерия**

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 2024

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Г. Хмелев, профессор кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор экономических наук, доцент;

А.В. Хмелева, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 24.11.2023);

Л.В.Серебряная, заведующий кафедрой информационных технологий и математики учреждения образования «БИП – Университет права и социально-информационных технологий, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 04.12.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 15.12.2023);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 4 от 11.12.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0612-01 «Программная инженерия» в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Современные методы программирования включают в себя все варианты структурирования данных. В результате чего программы представляют собой конкретные формулировки абстрактных алгоритмов, основанные на определенных структурах данных. Решения о структурировании данных нельзя принимать без знания алгоритмов, применяемых к этим данным, и наоборот, выбор алгоритмов существенным образом зависит от структуры данных. Следовательно, строение программ и структуры данных неразрывно связаны между собой.

Учебная дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» посвящена изучению различных динамических структур данных и алгоритмов. Для их описания и реализации используются абстрактные типы данных, являющиеся удобным инструментом при разработке программ независимо от применяемого языка программирования.

Учебная дисциплина предусматривает формирование представления о многообразии компьютерных структур данных, способов описания объектов и алгоритмизации процессов различных предметных областей, о влиянии выбранных структур данных на функции обработки и эффективность программных средств.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: приобретение теоретических знаний и практических навыков по выбору и разработке конкретных структур данных для представления объектов разработки и преобразования их из одной формы в другую.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение базовых знаний в области классификации структур данных и алгоритмов по заданным признакам;

приобретение навыков создания различных структур данных и реализации алгоритмов на их основе;

освоение навыков в области согласованного выбора структур данных и алгоритмов для получения оптимального решения поставленной задачи;

изучение представления и обработки данных и приобретение навыков в указанной области.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Алгоритмы и структуры данных» являются «Основы программной инженерии», «Основы алгоритмизации и программирования».

Полученные в ходе изучения учебной дисциплины знания, умения и навыки предоставляют базу для профессиональной разработки архитектурных и проектных решений, приложений клиент-серверной архитектуры и Web, распределенных вычислений и информационных системы.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» формируется следующая базовая профессиональная компетенция: использовать принципы проектирования и анализа алгоритмов и структур данных, навыки обоснования корректности алгоритмов для их практической реализации, а также теоретической и экспериментальной оценки их временной сложности.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

основные типы структур данных;

основные алгоритмы обработки статических и динамических структур данных;

современные языки программирования для эффективной организации данных в различных приложениях;

перспективы развития теории проектирования эффективных структур данных при использовании различных языков программирования;

уметь:

оценить эффективность алгоритмов обработки структур данных различных типов;

владеть:

основными методами построения статических и динамических структур данных.

Примерная учебная программа рассчитана на 228 учебных часов, из них – 112 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 56 часов, лабораторные занятия – 56 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Раздел 1. Введение в алгоритмы и структуры данных	6	6	
Тема 1. Основные понятия и определения алгоритмов и структур данных	2	2	-
Тема 2. Сложные типы данных. Работа с записями, структурами, классами	2	2	-
Тема 3. Типы значений и ссылочные типы данных. Работа со значимыми и ссылочными переменными	2	2	-
Раздел 2. Хеширование данных	10	4	6
Тема 4. Метод открытого хеширования	8	2	6
Тема 5. Метод закрытого хеширования	2	2	-
Раздел 3. Линейные динамические структуры данных	26	10	16
Тема 6. Однонаправленный связный список. Структура списка и операции над его элементами	2	2	-
Тема 7. Двухнаправленный связный список. Структура списка и операции над его элементами	8	2	6
Тема 8. Очередь. Структура очереди и операции над ее элементами	8	2	6
Тема 9. Стек. Структура стека и операции над его элементами	2	2	-
Тема 10. Инфиксные, префиксные, постфиксные выражения. Алгоритмы преобразования и вычисления выражений	6	2	4
Раздел 4. Нелинейные динамические структуры данных	30	14	16
Тема 11. Дерево. Общие сведения и терминология. Определение и построение бинарного дерева поиска	2	2	-
Тема 12. Операции над бинарным деревом поиска. Обходы в глубину и ширину	8	2	6
Тема 13. Алгоритмы на деревьях	4	4	-
Тема 14. Прошитые бинарные деревья	6	2	4
Тема 15. AVL-дерево. Структура дерева и операции над его элементами	8	2	6
Тема 16. Красно-черное дерево. Структура дерева и операции над его элементами	2	2	-
Раздел 5. Алгоритмы сжатия данных	18	6	12
Тема 17. Код Хаффмана	8	2	6
Тема 18. Кодирование длин серий (RLE)	2	2	-

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 19. Алгоритмы сжатия данных семейства Лемпеля-Зива (LZ*)	8	2	6
Раздел 6. Графы	10	10	-
Тема 20. Определение, терминология и способы представления орграфа	2	2	-
Тема 21. Алгоритмы на орграфах	4	4	-
Тема 22. Сильно-связный орграф. Алгоритмы поиска компонент сильной связности в орграфе	2	2	-
Тема 23. Неориентированные графы. Алгоритмы нахождения минимального остовного дерева в неориентированном графе	2	2	-
Раздел 7. Структуры данных для внешней памяти	12	6	6
Тема 24. Особенности работы с внешней памятью. Хешированные и индексированные файлы	2	2	-
Тема 25. B-дерево. Структура дерева и операции над его элементами	8	2	6
Тема 26. B+-дерево. Структура дерева и операции над его элементами	2	2	-
Итого:	112	56	56

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛГОРИТМОВ И СТРУКТУР ДАННЫХ

Абстрактные типы и структуры данных. Классификация структур данных. Алгоритмы, их свойства и связь со структурами данных.

Тема 2. СЛОЖНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ. РАБОТА С ЗАПИСЯМИ, СТРУКТУРАМИ, КЛАССАМИ

Определение сложных типов данных. Различия между записями, структурами и классами. Создание, инициализация и обращение к полям записей, структур и классов.

Тема 3. ТИПЫ ЗНАЧЕНИЙ И ССЫЛОЧНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ. РАБОТА СО ЗНАЧИМЫМИ И ССЫЛОЧНЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ

Определение типа переменной. Различия между типами значений и ссылочными типами. Особенности работы со значимыми и ссылочными переменными.

Раздел 2. ХЕШИРОВАНИЕ ДАННЫХ

Тема 4. МЕТОД ОТКРЫТОГО ХЕШИРОВАНИЯ

Назначение хеширования данных. Понятие хеш-функции. Оценка качества хеш-функции.

Тема 5. МЕТОД ЗАКРЫТОГО ХЕШИРОВАНИЯ

Хеш-таблица. Понятие коллизии. Методы разрешения коллизий.

Раздел 3. ЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Тема 6. ОДНОНАПРАВЛЕННЫЙ СВЯЗНЫЙ СПИСОК. СТРУКТУРА СПИСКА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение и формирование списка. Поиск, удаление, вставка элементов в списке.

Тема 7. ДВУНАПРАВЛЕННЫЙ СВЯЗНЫЙ СПИСОК. СТРУКТУРА СПИСКА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение и формирование списка. Поиск, удаление, вставка элементов в списке.

Тема 8. ОЧЕРЕДЬ. СТРУКТУРА ОЧЕРЕДИ И ОПЕРАЦИИ НАД ЕЕ ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение и формирование очереди. Поиск, удаление, вставка элементов в очередь. Разновидности очередей.

Тема 9. СТЕК. СТРУКТУРА СТЕКА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение и формирование стека. Поиск, удаление, вставка элементов в стек.

Тема 10. ИНФИКСНЫЕ, ПРЕФИКСНЫЕ, ПОСТФИКСНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ. АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЫРАЖЕНИЙ

Различные формы записи выражений. Особенности и преимущества каждой формы представления выражений. Преобразование выражений в различные формы записи с использованием стека. Преобразование выражений со скобками. Вычисление выражений, представленных в постфиксной и префиксной формах.

Раздел 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Тема 11. ДЕРЕВО. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ БИНАРНОГО ДЕРЕВА ПОИСКА

Определение основных понятий, относящихся к структуре «дерево». Определение бинарного дерева поиска. Алгоритмы построения бинарного дерева поиска.

Тема 12. ОПЕРАЦИИ НАД БИНАРНЫМ ДЕРЕВОМ ПОИСКА. ОБХОДЫ В ГЛУБИНУ И ШИРИНУ

Операции поиска, включения, удаления записи из бинарного дерева поиска. Прямой, симметричный, обратный обходы дерева. Алгоритм обхода дерева в ширину с использованием очереди.

Тема 13. АЛГОРИТМЫ НА ДЕРЕВЬЯХ

Построение бинарного дерева на основе произвольного дерева. Помеченные деревья и деревья выражений. Представление списков в виде бинарных деревьев.

Тема 14. ПРОШИТЫЕ БИНАРНЫЕ ДЕРЕВЬЯ

Определение прошитого бинарного дерева. Алгоритмы прошивки деревьев. Обходы прошитых деревьев. Преимущества и недостатки прошитых деревьев.

Тема 15. АВЛ-ДЕРЕВО. СТРУКТУРА ДЕРЕВА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение сбалансированного бинарного дерева. Определение и построение АВЛ-дерева. Алгоритмы добавления и удаления элементов из АВЛ-дерева.

Тема 16. КРАСНО-ЧЕРНОЕ ДЕРЕВО. СТРУКТУРА ДЕРЕВА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение и построение красно-черного дерева. Алгоритмы добавления и удаления элементов из красно-черного дерева.

Раздел 5. АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ДАННЫХ

Тема 17. КОД ХАФФМАНА

Сжатие данных с помощью алгоритма Хаффмана с использованием бинарных деревьев. Восстановление данных, сжатых алгоритмом Хаффмана.

Тема 18. КОДИРОВАНИЕ ДЛИН СЕРИЙ (RLE)

Сжатие данных с помощью алгоритма RLE. Восстановление данных, сжатых алгоритмом RLE.

Тема 19. АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ДАННЫХ СЕМЕЙСТВА ЛЕМПЕЛЯ-ЗИВА (LZ*)

Сжатие данных с помощью алгоритмов LZ77, LZ78, LZW. Восстановление данных, сжатых алгоритмами LZ77, LZ78, LZW.

Раздел 6. ГРАФЫ

Тема 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ТЕРМИНОЛОГИЯ И СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОРГРАФА

Основные понятия, относящиеся к ориентированным графам. Элементы орграфа. Способы представления орграфов. Основные операторы на орграфах.

Тема 21. АЛГОРИТМЫ НА ОРГРАФАХ

Алгоритмы Дейкстры, Флойда-Уоршелла, Беллмана-Форда для поиска кратчайших путей на орграфе. Транзитивное замыкание орграфа. Нахождение центра орграфа. Обход орграфа в глубину. Глубинный остовный лес орграфа.

Тема 22. СИЛЬНО-СВЯЗНЫЙ ОРГРАФ. АЛГОРИТМЫ ПОИСКА КОМПОНЕНТ СИЛЬНОЙ СВЯЗНОСТИ В ОРГРАФЕ

Определение сильно-связного орграфа. Алгоритмы Косараджу, Тарьяна для поиска компонент сильной связности в орграфе.

Тема 23. НЕОРИЕНТИРОВАННЫЕ ГРАФЫ. АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО ОСТОВНОГО ДЕРЕВА В НЕОРИЕНТИРОВАННОМ ГРАФЕ

Основные понятия неориентированного графа. Алгоритмы Прима, Краскала, обратного удаления, Борувки для нахождения минимального остовного дерева в неориентированном графе.

Раздел 7. СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ДЛЯ ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ

Тема 24. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ВНЕШНЕЙ ПАМЯТЬЮ. ХЕШИРОВАННЫЕ И ИНДЕКСИРОВАННЫЕ ФАЙЛЫ

Структуры данных для внешней памяти. Организация данных на устройствах с прямым и последовательным доступом. Хешированные файлы. Файлы с разреженным и плотным индексом.

Тема 25. В-ДЕРЕВО. СТРУКТУРА ДЕРЕВА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение В-дерева. Алгоритмы поиска, добавления и удаления данных из В-дерева.

Тема 26. В+-ДЕРЕВО. СТРУКТУРА ДЕРЕВА И ОПЕРАЦИИ НАД ЕГО ЭЛЕМЕНТАМИ

Определение В+-дерева. Алгоритмы поиска, добавления и удаления данных из В+-дерева.

ИНФОРМАЦИОННО–МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы / А. В. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Д. Ульман ; пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2003. – 384 с.
2. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона / Н. Вирт ; пер. с англ., под ред. Ф. В. Ткачева. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 272 с.
3. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен [и др.]. – 3-е изд. – Москва : Вильямс, 2016. – 1328 с.
4. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен [и др.] ; пер. с англ. – 2-е изд. – Москва : Вильямс, 2010. – 1296 с.
5. Клейнберг, Д. Алгоритмы. Разработка и применение / Д. Клейнберг, Е. Тардос ; пер. с англ. Е. Матвеева. – Санкт-Петербург : Питер, 2016. – 800 с.
6. Белов, В. В. Алгоритмы и структуры данных : учебник / В. В. Белов, В. И. Чистякова. – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
7. Седжвик, Р. Computer Science : основы программирования на Java, ООП, алгоритмы и структуры данных / Р. Седжвик. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 1072 с.
8. Серебряная, Л. В. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебно-методическое пособие / Л. В. Серебряная, И. М. Марина. – Минск : БГУИР, 2013. – 51 с.
9. Хайнеман, Д. Алгоритмы. Справочник с примерами на C, C++, Java и Python / Д. Хайнеман, Г. Поллис, С. Селков ; пер. с англ. – 2-е изд. – Москва ; Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. – 432 с.
10. Актодорович, С. В. Алгоритмы и структуры данных : учебно-методическое пособие / С. В. Актодорович, А. А. Волосевич. – Минск : БГУИР, 2013. – 112 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

11. Скиена, С. Алгоритмы. Руководство по разработке / С. Скиена. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 720 с.
12. Окулов, С. М. Программирование в алгоритмах / С. М. Окулов. – 3-е изд. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 383 с.
13. Топп, У. Структуры данных в C++ / У. Топп. – Москва : Бином, 2000. – 816 с.
14. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных с примерами на Паскале / Н. Вирт. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Невский Диалект, 2007. – 352 с.
15. Бакнелл, Д. М. Фундаментальные алгоритмы и структуры данных в Delphi / Д. М. Бакнелл. – Санкт-Петербург ; Киев : ДиаСофт, 2003. – 560 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- написание рефератов;
- подготовка лабораторных работ по индивидуальным, в том числе разноуровневым заданиям;
- участие студентов в научно-исследовательской и методической работе, проводимой на кафедре;
- участие в конкурсах студенческих работ и студенческих конференциях.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Примерным учебным планом по специальности 6-05-0612-01 «Программная инженерия» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры» рекомендуются зачет и экзамен. Оценка учебных достижений производится по системе «зачтено / не зачтено» и десятибалльной шкале.

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

- отчеты по лабораторным работам;
- контрольные работы;
- устные опросы;
- индивидуальные практические работы;
- электронные тесты.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

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

- обучение с помощью аудиовизуальных технических средств;
- компьютерное обучение;
- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Линейные связные списки.
2. Построение словарей на основе хеширования данных.
3. Построение очередей и обработка данных на их основе.

4. Построение различных форм представления выражений с использованием стека.
5. Построение бинарного дерева поиска. Обходы дерева и реализация операций с данными.
6. Прошивка бинарных деревьев. Реализация обходов и операций с данными.
7. Построение AVL-деревьев и реализация операций с данными.
8. Сжатие данных с использованием алгоритма Хаффмана.
9. Сжатие данных с использованием алгоритмов семейства LZ* (LZ77, LZ78, LZW).
10. Поиск маршрутов на ориентированных графах.
11. Нахождение минимального остовного дерева в неориентированном графе.
12. Построение B-деревьев и реализация операций с данными.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

1. Операционная система Microsoft Windows 7 или выше.
2. Интегрированная среда разработки Visual Studio.
3. Интегрированная среда разработки IntelliJ IDEA.
4. Интегрированные среды разработки Borland Delphi, RAD Studio.