

Министерство образования Республики Беларусь  
Учебно-методическое объединение высших учебных заведений  
Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь  
 А.И. Жук  
  
(дата утверждения)  
Регистрационный № ТД- Г 248/тип.

**АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ**

Типовая учебная программа  
для высших учебных заведений по специальностям:

- 1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям);  
1-31 03 04 Информатика;  
1-31 03 05 Актуарная математика;

по направлениям специальностей:

- 1-31 03 06-01 Экономическая кибернетика (математические  
методы и компьютерное моделирование в эконо-  
мике);  
1-98 01 01-01 Компьютерная безопасность (математические  
методы и программные системы)

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-  
методического объединения вузов  
Республики Беларусь  
по естественнонаучному образова-  
нию



 В.В. Самохвал

**СОГЛАСОВАНО**

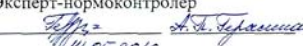
Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования

 Ю.И. Миксюк  
(дата)

Проректор по учебной и воспитательной  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

 В.И. Шупляк  
(дата)

Эксперт-нормоконтролер

 А.А. Терашина  
(дата)

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.М. Котов, заведующий кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

Е.П. Соболевская, доцент кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Л.А. Пилипчук, доцент кафедры информационного и программно-математического обеспечения автоматизированных производств, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка»;

Н.А. Лиходед, заведующий отделом параллельных вычислительных процессов Института математики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета

(протокол № 4 от 10 октября 2008 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета

(протокол № 1 от 1 декабря 2008 г.);

Научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

(протокол № 3 от 10 марта 2009 г.)

Научно-методическим советом по специальности 1-98 01 01 «Компьютерная безопасность» Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

(протокол № 1 от 11 марта 2009 г.)

### Пояснительная записка

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» знакомит студентов с фундаментальными понятиями, используемыми при разработке алгоритмов и оценке их трудоемкости.

*Цель дисциплины* – изучение подходов к разработке эффективных алгоритмов для разнообразных задач дискретной и комбинаторной оптимизации.

*Задачи дисциплины* – выработать навыки по оценке трудоемкости алгоритмов и по применению современных структур данных для эффективной реализации различных базовых операций.

В курсе рассматриваются такие фундаментальные понятия как информация, размерность задачи и трудоемкость алгоритмов. Особое внимание уделено способам определения трудоемкости алгоритмов с помощью таких методов, как составление и решение рекуррентных уравнений. Наряду с классическим подходом оценки трудоемкости рассматриваются также способы определения усредненной оценки трудоемкости алгоритма для группы операций. Большое внимание в курсе уделяется современным структурам данных и обосновывается выбор соответствующей структуры в зависимости от набора базовых операций, используемых в алгоритме.

Основой для дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» являются следующие дисциплины: «Дискретная математика и математическая логика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Программирование». Методы, излагаемые в курсе, используются при изучении дисциплин «Исследование операций», «Модели данных и СУБД», а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение курса позволяет дать студентам базу, необходимую для успешного усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, а также получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы при разработке эффективных алгоритмов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма;
  - основные приемы разработки эффективных алгоритмов: динамическое программирование и метод «разделяй и властвуй»;
  - основные структуры данных и трудоемкость базовых операций для них;
  - виды поисковых деревьев;
  - основные алгоритмы поиска на графах и их трудоемкость;
- уметь:
- определять трудоемкость основных алгоритмов поиска и внутренней сортировки, используя технику рекуррентных соотношений;
  - осуществлять выбор структуры данных для разработки эффективного алгоритма решения задачи;
  - реализовывать поисковые деревья;
  - реализовывать основные алгоритмы поиска на графах.

В соответствии с типовыми учебными планами по специальностям 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)», 1-31 03 04 «Информатика», 1-31 03 05 «Актуарная математика» и по направлениям специальностей 1-31 03 06-01 «Экономическая кибернетика (математические методы и компьютерное моделирование в экономике)», 1-98 01 01-01 «Компьютерная безопасность (математические методы и программные системы)» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 100 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные / семинарские занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

№	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			Лекции	Лабораторные / семинарские занятия
1.	<b>Раздел I.</b> Проектирование и анализ Основные понятия и определения. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения	14	10	4
2.	Стратегии решения задач	4	2	2
3.	<b>Раздел II.</b> Структуры данных Простейшие структуры данных	4	2	2
4.	Множества	4	2	2
5.	Приоритетные очереди	10	4	6
6.	<b>Раздел III.</b> Организация поиска Поисковые деревья	6	4	2
7.	Хеширование	4	2	2
8.	<b>Раздел IV.</b> Теория графов Способы обхода вершин графа	6	2	4
9.	Кратчайший путь	6	2	4
10.	Максимальный поток	6	2	4
11.	Минимальное остовное дерево	4	2	2
	Всего	68	34	34

## Содержание

### *Раздел I. Проектирование и анализ*

#### *1. Основные понятия и определения. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения*

Понятие информации. Мера информации. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритмов: наилучший случай, наихудший случай, трудоемкость в среднем, усредненная оценка трудоемкости группы операций. Ассимптотики  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$ . Полиномиальные и неполиномиальные алгоритмы. Примеры.

Понятие рекуррентного уравнения. Правильные и неправильные рекуррентные уравнения. Полное рекуррентное уравнение. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций и метод рекурсивных деревьев. Оценка решения рекуррентного уравнения: метод подстановок. Теорема о решении рекуррентного уравнения вида  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{c}\right) + b \cdot n$ . Рекуррентные уравнения базовых алгоритмов и их трудоемкость.

Способы упорядочивания информации: основные алгоритмы внутренней и внешней сортировки и их трудоемкость.

#### *2. Стратегии решения задач*

Принцип «Разделяй и властвуй», динамическое программирование, градиентные алгоритмы. Примеры решения задач с использованием данных методов и их трудоемкость.

### *Раздел II. Структуры данных*

#### *3. Простейшие структуры данных*

Простейшие структуры данных: массивы, простые списки, мультисписки, стеки, очереди и реализация базовых операций над ними.

#### *4. Множества*

Множества. Различные способы представление множеств и реализация базовых операций над ними. Применение множеств для решения задач.

#### *5. Приоритетные очереди*

Сложные структуры данных: бинарные кучи, биномиальные кучи и кучи Фибоначчи. Реализация базовых операций над ними. Усредненная трудоемкость базовой операции.

### *Раздел III. Организация поиска*

#### *6. Поисковые деревья*

Поисковые деревья. Сбалансированные деревья: AVL-деревья, 2–3-деревья. Базовые операции над ними и их трудоемкость в наихудшем случае.

#### *7. Хеширование*

Хэш-таблицы и хэш-функции. Коллизии. Методы разрешения коллизий. Открытое и закрытое хэширование.

## *Раздел IV. Теория графов*

### *8. Способы обхода вершин графа*

Методы хранения графов и деревьев. Связность. Двудольность. Маршруты. Подграфы. Использование современных структур данных в основных алгоритмах на графах: поиск в глубину (стек), поиск в ширину (очередь). Топологическая сортировка. Трудоемкость алгоритмов.

### *9. Кратчайший путь*

Использование современных структур данных в основных алгоритмах на графах: кратчайший путь (приоритетная очередь). Трудоемкость алгоритмов.

### *10. Максимальный поток*

Максимальный поток в графе и его приложения.

### *11. Минимальное остовное дерево*

Алгоритмы построения минимального остовного дерева, использующие при своей реализации приоритетную очередь и множества, и их трудоемкость.

## **Литература**

### *Основная*

1. Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы/ А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. : Учеб. пособие/ пер. с англ. М. : Вильямс, 2000. 384 с.
2. Кормен, Т. Алгоритмы : построение и анализ/ Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. М. : Вильямс, 2005. 1296 с.
3. Котов, В. М. Структуры данных и алгоритмы : теория и практика / В. М. Котов, Е. П. Соболевская. : учеб. пособие. Минск : БГУ, 2004. 252 с.

### *Дополнительная*

4. Волчкова, Г. П. Сборник задач по теории алгоритмов для студентов физико-математических спец. БГУ/ Г. П. Волчкова, В. М. Котов, Е. П. Соболевская. Минск : БГУ, 2005. 59 с.
5. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 352 с.
6. Емеличев, В. А. Лекции по теории графов/ В. А. Емеличев, О. И. Мельников, В. И. Сарванов, Р. И. Тышкевич. – М.: Наука, 1990. – 383 с.
7. Липский В. Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988. – 214 с.
8. Пападимитриу, Х. Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность/ Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1971. – 512 с.
9. Рейнгольд, Э. Комбинаторные алгоритмы теория и практика/ Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М.: Мир, 1980. – 476 с.