

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



О.И.Чуприс

Регистрационный № УД- 4912 / уч.

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности первой ступени высшего
образования:**

**1-31 03 03 «Прикладная математика» (по направлениям)
направление специальности**

**1-31 03 03 -01 «Прикладная математика» (научно-производственная
деятельность)**

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013, типовой учебной программы G-510/тип. от 20.05.2015 и учебного плана УВО G31-173/уч. от 30.05.2013, G31и-190/уч. от 30.05.2013

Составители:

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

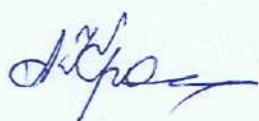
Рекомендована к утверждению:

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19 октября 2017 г.);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19 декабря 2017 г.).





ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин, разработана на основе типовой учебной программы «Алгоритмы и структуры данных» для специальности 1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям).

Учебная дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» знакомит студентов с фундаментальными понятиями, используемыми при разработке алгоритмов и оценке их качества. В учебную программу учебной дисциплины включены разделы, позволяющие строить эффективные алгоритмы для разнообразных задач дискретной и комбинаторной оптимизации с использованием различных структур данных.

Основой для изучения учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» являются следующие учебные дисциплины: «Дискретная математика и математическая логика» и «Программирование» компонента учреждения высшего образования. Методы, излагаемые в учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных», используются при изучении учебных дисциплин: «Исследование операций», «Модели данных и системы управления базами данных» государственного компонента, а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение учебной дисциплины позволяет дать студентам базу, необходимую для успешного усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, а также получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы.

Цель преподавания учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» – формирование навыков для построения и анализа методов и алгоритмов при решении модельных задач дискретной оптимизации и их применение на практике.

При изложении материала учебной дисциплины целесообразно выделить этап построения математической модели, существенно влияющей на ее адекватность реальной проблеме, а также показать возможность использования аппарата теории алгоритмов для анализа и обоснования выбора наиболее эффективных методов и алгоритмов для решения прикладных задач.

Основные задачи, решаемые при изучении учебной дисциплины «Алгоритмы и структуры данных»:

- формирование таких фундаментальных понятий, как размерность задачи и трудоемкость алгоритмов;
- изучение подходов для определения трудоемкости алгоритмов посредством составления и решения рекуррентных уравнений;
- изучение современных структур данных и обоснование выбора соответствующей структуры в зависимости от набора базовых операций, используемых в алгоритме.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма;
- основные способы решения рекуррентных уравнений;
- основные подходы при разработке эффективных алгоритмов;
- способы организации структур данных и технологию их использования;
- виды поисковых деревьев;
- базовые алгоритмы на графах;
- основные приемы, используемые для сжатия информации;

уметь:

- сводить решение исходной задачи к решению подзадач и определять трудоемкость алгоритмов на основе рекуррентных соотношений;
- выбирать подходящие структуры данных при разработке эффективного алгоритма решения задачи;
- реализовывать поисковые деревья;
- строить графовые модели и применять базовые графовые алгоритмы;

владеть:

- основными подходами для разработки эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй» и динамическое программирование;
- навыками реализации и использования структур данных.

В результате изучения учебной дисциплины специалист должен владеть следующими академическими компетенциями (АК) и профессиональными компетенциями (ПК):

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-2. Профессионально ставить задачи, вырабатывать и принимать решения.

ПК-3. Эксплуатировать, сопровождать и разрабатывать соответствующие программные компьютерные системы.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-5. Разрабатывать новые информационные технологии на основе методов математической экономики, эконометрики и статистического анализа данных.

ПК-6. Проектировать, разрабатывать и тестировать программное обеспечение различных видов.

ПК-7. Разрабатывать техническую документацию на программное обеспечение.

ПК-8. Применять профессиональные знания и навыки для проведения научных

исследований в области прикладной информатики.

ПК-9. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.

ПК-10. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.

ПК-11. Оказывать консультации по вопросам работы программного обеспечения, в том числе разработанного сторонними организациями.

ПК-12. Анализировать результаты работы установленного программного обеспечения и вырабатывать предложения по улучшению качества его работы.

Учебная программа рассчитана на 104 часа, из них 68 аудиторных часов, в том числе 34 лекционных часа и 34 часа лабораторных занятий, 4 семестр.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Анализ алгоритмов

1. Введение. Основные понятия и определения

Предмет теории алгоритмов. Историческое развитие теории алгоритмов и ее место среди других математических наук и в естествознании. Формальное описание задачи. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритма. Асимптотики O , Ω , Θ . Полиномиальные, псевдополиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Примеры алгоритмов решения задач и оценка их трудоемкости.

2. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения

Понятие рекуррентного уравнения. Полное рекуррентное уравнение. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций, метод рекурсивных деревьев. Оценка решения рекуррентного уравнения: метод подстановок. Теорема о решении рекуррентного уравнения вида $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{c}\right) + b \cdot n$. Оценка трудоемкости базовых алгоритмов внутренней сортировки и поиска, используя рекуррентные уравнения. Выбор способа программной реализации рекуррентного соотношения.

Раздел II. Разработка эффективных алгоритмов

3. Динамическое программирование

Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: динамическое программирование. Примеры решения задач.

4. Метод «разделяй и властвуй»

Основные подходы к разработке эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй». Примеры решения задач.

Раздел III. Структуры данных

5. Простейшие структуры данных

Способы организации базовых структур данных: массив, простой список, мультисписок, стек, очередь. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Технология использования простейших структур данных на примере алгоритма сжатия информации Хафмена.

6. Специализированные структуры данных

Приоритетная очередь. Бинарная куча. Биномиальная куча. Куча Фибоначчи. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Амортизированная (усредненная) оценка трудоемкости операции. Примеры решения задач.

7. Система непересекающихся множеств

Система непересекающихся множеств. Различные способы представления системы непересекающихся множеств в памяти компьютера. Реализация базовых операций и их трудоемкость. Примеры решения задач.

8. Хеш-таблицы

Прямая адресация. Хеш-таблицы и хеш-функции. Коллизии. Методы разрешения коллизий: метод цепочек, открытая адресация. Универсальное семейство хеш-функций. Совершенное хеширование.

9. Поисковые деревья

Методы хранения деревьев в памяти компьютера Бинарные поисковые деревья. Сбалансированные поисковые деревья: АВЛ-деревья, 2–3-деревья. Поддержка инвариантов сбалансированности. Реализация базовых операций и их трудоемкость.

Раздел IV. Графовые алгоритмы

10. Способы обхода вершин графа

Графовые модели. Методы хранения графов в памяти компьютера. Алгоритм поиска в глубину в графе и его трудоемкость. Алгоритм поиска в ширину в графе и его трудоемкость. Связность, двудольность графа. Выделение сильно связанных компонент ориентированного графа. Маршруты, обладающие заданными свойствами. Топологическая сортировка. Эйлеров цикл.

11. Кратчайший маршрут

Алгоритмы построения кратчайших маршрутов в графе и их трудоемкость. Различные подходы к программной реализации алгоритма Дейкстры и их трудоемкость.

12. Минимальное остовное дерево

Минимальное остовное дерево графа. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала. трудоемкость алгоритмов построения минимального остовного дерева.

13. Поток в сети

Максимальный поток в сети и его приложения (наибольшее паросочетание в двудольном графе, максимальный поток минимальной стоимости).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов				Коли- чество часов УСР	Форма контроля знаний
		Аудиторные					
		Лек ции	Пр. и сем. зан.	Лаб. зан.	Иное		
1	Анализ алгоритмов	6					
1.	Введение. Основные понятия и определения.	2					Тестирование
2.	Рекуррентные уравнения и основные методы их решения	4					Контрольная работа №1
2	Разработка эффективных алгоритмов	2		6			
3.	Динамическое программирование	1					Устный опрос
	Лабораторная работа. Задача оптимального перемножения группы матриц.			2			Система iRunner
4.	Метод «разделяй и властвуй»	1					Устный опрос
	Лабораторная работа. Разработка эффективных алгоритмов. Рекуррентные соотношения			4			Устная защита алгоритмов решения индивидуальных задач (iRunner)
3.	Структуры данных	16		14		2	Коллоквиум. Алгоритмы и структуры данных
5	Простейшие структуры данных	2					Устный опрос
6	Специализированные структуры данных	6					Контрольная работа №2
	Лабораторная работа. Приоритетные очереди.			4			Система iRunner
7	Система непересекающихся множеств	2					Тестирование
8	Хеш-таблицы	2					Тестирование
	Лабораторная работа. Структуры данных.			4		2	Устная защита алгоритмов решения индивидуальных задач (iRunner)

9	Поисковые деревья	4					Контрольная работа №3
	<i>Лабораторная работа. Бинарные поисковые деревья</i>			6			Программная реализация базовых операций, устная защита алгоритма решения индивидуальной задачи (iRunner).
4.	Графовые алгоритмы	10		10		2	
10	Способы обхода вершин графа	2					Тестирование
	<i>Лабораторная работа. Поиск в ширину в графе. Поиск в глубину в графе.</i>			4			Система iRunner
11	Кратчайший маршрут	4					Устный опрос
12	Минимальное остовное дерево	2					Контрольная работа №4
13	Поток в сети	2					Устный опрос
	<i>Лабораторная работа. Алгоритмы на графах.</i>			6		2	Устная защита алгоритмов решения индивидуальных задач (iRunner)
ИТОГО		34		30		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Алгоритмы : построение и анализ/ Т. Кормен [и др.] – М. : Вильямс, 2005. –1296 с.
2. Котов В. М., Соболевская Е.П., Толстиков А.А. Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие. – Минск : БГУ, 2011. – 267 с. – (Классическое университетское издание).
3. Сборник задач по теории алгоритмов : учеб.-метод. пособие / В.М. Котов[и др.]. – Минск : БГУ, 2017 – 183 с.
4. Теория алгоритмов : учеб. пособие / П.А. Иржавский [и др.]. – Минск : БГУ, 2013 – 159 с.

Дополнительная

5. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М., 1982.
6. Лекции по теории графов/ В. А. Емеличев [и др.] – М.: Наука, 1990. – 384с.
7. Mark Allen Weiss. Data structures and algorithm analysis. – Benjamin/Cummings Publishing Company, 1992. – 455 p.
8. Shaffer C. A Practical Introduction to Data Structure and Algorithm Analysis. – London: Prentice Hall International, 1997. – 494 p.

Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы создаются фонды оценочных средств, включающие индивидуальные задания, контрольные работы и тесты. Оценочными средствами предусматривается оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск эффективного решения новых задач.

На лекционных занятиях по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» возможно использование элементов проблемного обучения: проблемное изложение некоторых аспектов, использование частично-поискового метода.

На лабораторных занятиях по учебной дисциплине «Алгоритмы и структуры данных» рекомендуется использовать индивидуальный, творческий подход. Студенты получают от преподавателя индивидуальные задания, в рамках управляемой самостоятельной работы разрабатывают алгоритмы их решения с последующими реализациями на некотором языке программирования и проверкой их работоспособности на компьютере, а также

доказывают эффективность разработанных алгоритмов с точки зрения выбранных структур данных, трудоемкости и объема используемой памяти.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются:

- наличием и использованием в учебном процессе открытых систем автоматического тестирования, которые доступны пользователям через Интернет в любое удобное для них время (локальный доступ, удаленный доступ;
- в рамках самостоятельной работы обеспечение проверки на использование несанкционированных материалов;
- наличием и полным доступом обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, доступностью электронных (и бумажных) вариантов лекций, учебно-методических пособий и сборников задач по основным разделам учебной дисциплины, указаниями к решению типовых задач.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы: устные опросы, коллоквиум («Алгоритмы и структуры данных»), тестирование (рекомендуется проводить после завершения каждого раздела дисциплины с последующим разбором с каждым учащимся допущенных ошибок), письменные контрольные работы:

1. Контрольная работа №1. Трудоемкость алгоритмов
2. Контрольная работа №2. Приоритетные очереди
3. Контрольная работа №3. Организация поиска. Сбалансированные поисковые деревья
4. Контрольная работа №4. Алгоритмы построения минимального остовного дерева и их трудоемкость

выполнение индивидуальных заданий на компьютере (не менее 7 индивидуальных заданий с обязательной устной защитой алгоритмов решения задач) по следующим разделам дисциплины:

1. Бинарные поисковые деревья.
2. Рекуррентные соотношения.
3. Структуры данных.
4. Алгоритмы на графах.

В качестве технических средств диагностики компетенций рекомендуется использовать систему автоматического тестирования InsightRunner (www.acm.bsu.by) – инструмент с эффективной функциональностью контроля, тренинга и самостоятельной работы. Для контроля самостоятельности выполнения работ рекомендуется выдавать каждому студенту индивидуальные задания и использовать автоматические системы определения несанкционированных.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г. «Об утверждении Правил проведения аттестации студентов, курсантов,

слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования»; Положением о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, Приказ ректора БГУ № 382-ОД от 18 августа 2015 г.; критериями оценки уровня знаний и компетенций студентов № 21-04-1/105 от 22 декабря 2003 г.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Программирование	Технологий программирования	Нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол №3 от 19 октября 2017
Дискретная математика и математическая логика	Дискретной математики и алгоритмики	Нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол №3 от 19 октября 2017

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры дискретной математики и алгоритмики (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)