

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук



Рабочая программа дисциплины

Алгоритмы и структуры данных

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:

Математическое моделирование и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.03.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

К.И. Лившиц

Председатель УМК

С.П. Сущенко

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.

– ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

– ОПК-5. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

– ПК-2. Способен формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу, написать программный код, а также верифицировать работоспособность программного обеспечения и исправить дефекты.

– ПК-3. Способен формализовывать, согласовывать и документировать требования к системе и подсистеме, обрабатывать запросы на изменение требований к системе и подсистеме, выявлять и формализовывать риски, анализировать проблемные ситуации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Обладает навыками объектно-ориентированного программирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.

ИОПК-2.2. Проявляет навыки использования основных языков программирования, основных методов разработки программ, стандартов оформления программной документации.

ИОПК-2.3. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.

ИОПК-2.4. Демонстрирует умение адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи.

ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.

ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.

ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.

ИОПК-3.4. Демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности.

ИОПК-5.1. Обладает необходимыми знаниями алгоритмов, принципов разработки алгоритмов и компьютерных программ

ИОПК-5.2. Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы для решения задач профессиональной деятельности

ИПК-2.1. Осуществляет построение формальной модели и алгоритма для поставленной задачи, написание программного кода с использованием языков программирования, верификацию работоспособности программного обеспечения и исправление дефектов.

ИПК-2.2. Осуществляет оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями, разработку процедур верификации работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения, разработку тестовых наборов данных.

ИПК-2.3. Осуществляет работу с системой контроля версий, рефакторинг и оптимизацию программного кода.

ИПК-3.1. Реализовывает построение формализованной математической модели системы (подсистемы), введение целевой функции системы, подсистемы и ограничений, соответствующих требованиям к системе (подсистеме).

ИПК-3.2. Адаптирует формализованную математическую модель системы (подсистемы) к изменению требований (ограничений к целевой функции) к системе (подсистеме).

ИПК-3.3. Выявляет и формализовывает в виде математической модели возникающие при функционировании системы (подсистемы) риски; выявляет и анализирует проблемные ситуации.

2. Задачи освоения дисциплины

- Изучить основные алгоритмы сортировки, поиска кодировки информации;
- Изучить основные линейные/нелинейные структуры данных для эффективного представления информации данных в памяти ЭВМ;
- Изучить основные понятия сложности алгоритмов;
- Научится применять изученные алгоритмы и структуры данных для решения практических и научных задач.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль «Разработка программного обеспечения».

4. Семестры освоения и формы промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачёт с оценкой.

Четвёртый семестр, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Информатика»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 часов, из которых:

– лекции: 64 ч.

– практические занятия: 32 ч.

– лабораторные работы: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объём самостоятельной работы студента определён учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Решение задач с использованием ЭВМ. Эвристические алгоритмы

Рассмотрение основных шагов решения задач с помощью ЭВМ. Изучение понятия переборных алгоритмов и подходов к решению на примере задачи Коммивояжёра. Изучение эвристического подхода решения переборных задач на примере задачи Коммивояжёра. Изучение метода ветвей и границ.

Тема 2. Поиск данных

Изучение основных алгоритмов поиска данных.

Алгоритмы поиска в числовом массиве: линейный поиск, бинарный поиск.
Алгоритмы поиска подстроки в строке: БМ-поиск, КМП-поиск.

Тема 3. Алгоритмы внутренней сортировки

Изучение основных алгоритмов поиска данных.

Алгоритмы сортировки вставками – алгоритм Шелла.

Алгоритмы сортировки выбором – пирамидальная сортировка.

Алгоритмы обменной сортировки. Быстрый поиск Хоара. Побитовая сортировка.

Алгоритмы распределяющей сортировки.

Алгоритмы сортировки слиянием.

Динамические структуры данных – списки.

Топологическая сортировка.

Тема 4. Алгоритмы внешней сортировки

Изучение файловых сортировок. Естественное файловое слияние. Прямое файловое слияние. Многопутевое слияние. Многофазная сортировка.

Тема 5 Структура данных – дерево и алгоритмы работы с ними

Изучение нелинейных структур данных типа дерево. Способы представления структуры типа дерево и алгоритмы работы с ними, в частности двоичное дерево поиска, АВЛ-дерево, оптимальное дерево, красно-черное дерево, Б-дерево.

Тема 6. Алгоритмы кодирования и сжатия информации

Изучение алгоритмов кодирования и сжатия информации. Код Хаффмана.

Тема 7. Методы хеширования

Изучение методов хеширования. Метод открытой адресации с линейным перебором. Метод цепочек.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, проверки выполнения заданий лабораторной работы, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в третьем и четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса по алгоритмам, структурам данных и практическую задачу. Студент письменно готовит ответ на вопросы в билете, решение практической задачи, после чего, в устной форме объясняет/защищает преподавателю подготовленный материал. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Для получения **зачета** по лабораторным работам необходимо реализовать набор лабораторных задач на соответствующую оценку.

«удовлетворительно»

«хорошо»

«отлично»

Примеры лабораторных задач для третьего семестра

1. Задача Коммивояжера

1.1 Задача коммивояжера (полный перебор).

1.2 Задача коммивояжера (эвристика по выбору).

2. Поиск

2.1 БМ-поиск.

3. Сортировки

3.1 Шелла;

3.2 Пирамидальная;

3.3 Хоара;

3.4 Побитовая.

4. Топологическая сортировка

4.1 Топологическая сортировка (на матрицах);

4.2 Топологическая сортировка (на списках);

Из этого списка, в соответствии с оценкой, нужно реализовать следующие варианты:

1. на оценку **"Отлично"** – необходимо реализовать весь список предложенных задач.

2. на оценку **"Хорошо"** – необходимо реализовать все задачи, кроме 4.2;

3. на оценку **"Удовлетворительно"** – необходимо реализовать всё, кроме задач 1.2, 4.1, 4.2.

Примеры лабораторных задач для четвертого семестра

1. Файловые сортировки. Прямое слияние на 3 файлах, прямое слияние на 4 файлах, естественное слияние на 3 файлах, естественное слияние на 4 файлах, многопутевое слияние (естественное слияние на n файлах), многофазная.

2. Деревья – наследование. Базовый класс – бинарное, наследник – дерево поиска.

Бинарное, дерево поиска, оптимальное, сбалансированное, дерево AVL.

3. Код Хафмана.

4. Хэширование.

Из этого списка, в соответствии с оценкой, нужно реализовать следующие варианты:

1. На оценку **«отлично»**

1) Файловые –: многофазная или многопутевая.

2) Деревья обязательно с визуальным интерфейсом. Обязателен полный набор методов из бинарного, дерева поиска.

3) Сбалансированное или AVL-дерево вместо оптимального.

4) Код Хафмана: использование булева вектора для реализации множества символов.

5) Хэширование.

2. На оценку **«хорошо»**

1) Файловые – любые, повышают оценку: многофазная, многопутевая

2) Деревья обязательно с визуальным интерфейсом. Допускается не полный набор методов из бинарного, дерева поиска.

3) Оптимальное дерево, повышает оценку.

4) Код Хафмана, повышает.

5) Хэширование.

2. На оценку **«удовлетворительно»**

1) Файловые сортировки: прямое/ естественное слияние на 3 файлах.

2) Деревья без визуального интерфейса. Минимальный набор методов из бинарного, дерева поиска.

3) Оптимальное дерево.

- 4) Код Хафмана.
- 5) Хэширование.

Оценка по курсу формируется относительно оценок по лабораторным и оценки по билету. Оценка по лабораторным определяет «потолок» оценки по курсу, которая может быть подтверждена либо понижена, полученной оценкой по билету.

Оценка по лабораторным	Оценка по лекционному материалу	Оценка по курсу «Алгоритмы и структуры данных»
«Отлично»	«Отлично» «Хорошо» «Удовлетворительно» Билет на оценку «отлично» содержит вопросы по теории и <i>сложную</i> практическую задачу.	«Отлично» «Хорошо» «Удовлетворительно»
«Хорошо»	«Хорошо» «Удовлетворительно» Билет на оценку хорошо содержит вопросы по теории и <i>среднюю по сложности</i> практическую задачу.	«Хорошо» «Удовлетворительно»
«Удовлетворительно»	«Удовлетворительно» Билет на оценку «удовлетворительно» содержит вопросы по теории и <i>простую по сложности</i> практическую задачу.	«Удовлетворительно»

Результаты зачета с оценкой определяются оценками **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Оценка **«Отлично»** – студент подготовил полный ответ на все вопросы в билете.

Оценка **«Хорошо»** – студент подготовил ответ на вопросы в билете, но с небольшими замечаниями. В решении практической задачи могут присутствовать неточности, не являющиеся критическими.

Оценка **«Удовлетворительно»** – Студент подготовил не полный ответ вопросы в билете. В решении задачи присутствуют неточности, которые приводят к неправильному решению.

Оценка **«Неудовлетворительно»** – Студент не подготовил корректный ответ вопросы в билете.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Алгоритм КМП поиск. Продемонстрируйте работу алгоритма на конкретных данных.

$P[10] = \text{"fafbafafb"};$

$S[31] = \text{"fafafafabbfafbafafbaaaafafbabb"};$

2. Задача Коммивояжера. Показать на примере поиск пути минимальной стоимости с помощью эвристики №2, для заданной матрицы стоимости. Начальный город 3.

$$C = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 5 & 11 & 6 & 4 \\ \hline 8 & 0 & 3 & 8 & 5 \\ \hline 3 & 5 & 0 & 2 & 4 \\ \hline \end{array}$$

6	6	2	0	4
5	2	7	1	0

3. Дано: Массив целых чисел размерности $N=12$. Отсортировать массив методом **Шелла с шагом** $h_0 = n/2, h_i = h_{i-1}/2, \dots, h_i=1$. Продемонстрировать работу алгоритма на примере.

indexes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
	4	10	6	2	7	2	-1	4	11	12	0	3						

4. Дано: Массив целых чисел размерности $N=12$. Отсортировать массив методом **Хоар**. Продемонстрировать работу алгоритма на примере.

indexes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
	4	10	6	2	7	2	-1	4	11	12	0	3						

Примеры практических задач:

1. Написать функцию, которая проверяет является ли массив максимальной пирамидой (макс. значение в вершине).
2. Написать функцию, которая находит минимально значение с помощью турнирной сортировки

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (Приложение 1).
- в) План лекционных / практических занятий по дисциплине.
- г) Основная и дополнительная учебная литература.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Дональд Э. Кнут; под общ. ред. Ю. В. Козаченко Искусство программирования: Т. 1: Основные алгоритмы, 712 с. Изд. Вильямс 2012
 - Дональд Э. Кнут; под общ. ред. Ю. В. Козаченко Искусство программирования: Т. 3: Сортировка и поиск, 822 с., Изд. Вильямс 2012
 - Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных: с примерами на Паскале СПб.: Невский диалог 2008, 351 с.
 - Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++. Части 1-4. Анализ. Структуры данных. Сортировка. Поиск Киев: ДиаСофт 2001, 688 с.
 - Мейер Б. Методы программирования: [в 2-х т.]. Т. 2 / Б. Мейер, К. Бодуэн; пер. с фр. Ю. А. Первина ; под ред. А. П. Ершова. М.: Мир 1982, 368 с.
 - Сибуя М. Алгоритмы обработки данных / М. Сибуя, Т. Ямамото; Пер. с яп. Э. К. Николаевой; под ред. В. В. Панферова. М.: Мир 1986, 218 с....
- б) дополнительная литература:
 - Доуни А. Б. Алгоритмы и структуры данных: извлечение информации на языке JAVA / Аллен Б. Доуни ; [перевел с английского К. Синица]. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2018. - 237 с.:
 - Дроздов С. Структуры и алгоритмы обработки данных: Учебное пособие / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2016. - 228 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=327722>.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
 - операционная система Microsoft Windows 7;
 - интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio Community, интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio Community C++ 2017.
- б) информационные справочные системы:
1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. Дан. – СПб., 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>
 2. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
 3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – М., 2000. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения лабораторных занятий, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет.

Характеристики компьютерных систем:

- Процессор с тактовой частотой 1,6 ГГц или большей;
- ОЗУ объемом 1 ГБ;
- 10 ГБ доступного пространства на жестком диске;
- Жесткий диск с частотой вращения 5400 об/мин;
- Видеоадаптер, соответствующий стандарту DirectX 9 и поддерживающий разрешение экрана 1024 x 768 или выше.

Используемое программное обеспечение:

Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

15. Информация о разработчиках

Андреева Валентина Валерьевна, к.т.н., доцент, ТГУ, ИМПКН, каф. компьютерной безопасности, доцент.