

# СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Лектор  
**Спиричева Наталия  
Рахматулловна**

Ст. преподаватель каф. ИТ  
Ауд. Р-246

# Структуры данных

**Составитель курса лекций:**

Спиричева Наталия Рахматулловна,

ст. преподаватель каф. Информационных технологий

# **Общие характеристики, классификация и особенности применения типов и структур данных**

# Цели изучения

- Изучение основных характеристик алгоритма;
- Знакомство классификацией структур данных.

# Основная литература

1. Вирт. Н Алгоритмы и структуры данных– Москва : ДМК-Пресс, 2010 — 272 с.
2. Котов В.М. Алгоритмы и структуры данных. –Минск: БГУ,2011.-267с
3. Гагарина Л.Г. Алгоритмы и структуры данных. Москва: ИНФРА-М, 2009 – 304 с.
4. Т. Х. Кормен, Ч.И. Лейзерсон, Р.Л. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. – Вильямс, 2006
5. Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д. Структуры данных и алгоритмы. – Вильямс, 2000
6. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. (1978)

# Содержание

## Основные темы лекции:

- Концепция структур данных и алгоритмов их обработки
- Классификация структур данных
- Операции над структурами данных
- Структурность данных и технология программирования

# Тема 1: Концепция структур данных и алгоритмов их обработки



(Н. Вирт)

# Концепция структур данных и алгоритмов их обработки

- Структуры данных и алгоритмы служат теми материалами, из которых строятся программы. Более того, сам компьютер состоит из структур данных и алгоритмов.
- Встроенные структуры данных представлены теми регистрами и словами памяти, где хранятся двоичные величины. Заложенные в конструкцию аппаратуры алгоритмы - это воплощенные в электронных логических цепях жесткие правила, по которым занесенные в память данные интерпретируются как команды, подлежащие исполнению.



# Концепция структур данных и алгоритмов их обработки

**Алгоритм** – свод конечного числа правил, задающих последовательность выполнения операций при решении той или иной специфической задачи.

Само по себе слово “**алгоритм**” (algorithm) очень интересно. Это слово еще не вошло в Webster’s New World Dictionary даже 1957 года издания. Там можно найти только старую форму “Algorism”, что означает правило выполнения арифметических действий с использованием арабских цифр. К средним векам сложились две враждующие партии среди приверженцев различных традиций счета. Абакисты считали на абаках – счетах, алгоритмики же использовали начатки математической символики. Происхождение слова algorism долгое время оставалось неясным.

**algorithm**: от имени автора известного арабского учебника по математике – Abu Ja'far Mohammed ibn Musa al-Khowarizmi (около 825 г.), означающего буквально “Отец Джафара, Магомет, сын Моисея, уроженец Ховаризма”. В настоящее время Ховаризм – город Хива. Вышеназванный уроженец Ховаризма написал знаменитую книгу “Kitab al jabr w'al-muqabala” (“Правила восстановления и преобразования”); заглавие этой книги дало начало другому слову – “алгебра”, хотя сама книга в действительности была не совсем алгебраической.

Постепенно форма и значение слова “**algorism**” исказились; как объясняет “Oxford English Dictionary”, слово было “ошибочно видоизменено” в результате “укоренившейся путаницы” со словом arithmetic. Изменение algorism на **algorithm** нетрудно понять, если учесть, что истинное происхождение слова давно было забыто.

# Алгоритм Евклида

К 1950 г. под словом алгоритм чаще всего подразумевали изложенный Евклидом процесс нахождения наибольшего общего делителя двух чисел (алгоритм Евклида).

## Алгоритм Евклида

Даны два целых положительных числа  $m$  и  $n$ . Требуется найти их наибольший общий делитель, т.е. наибольшее положительное целое число, которое нацело делит как  $m$ , так и  $n$ .

- Шаг 1. [Нахождение остатка.] Разделим  $m$  на  $n$ . Пусть остаток равен  $r$ . (Имеем  $0 \leq r < n$ .)
- Шаг 2. [Это нуль?] Если  $r=0$ , алгоритм кончается;  $n$  – искомое число.
- Шаг 3. [Замена] Положите  $m \leftarrow n$ ,  $n \leftarrow r$  и возвращайтесь к шагу 1

## Алгоритм имеет пять важнейших особенностей:

- Конечность
- Определенность
- Ввод
- Вывод
- Эффективность

- **Конечность.** Алгоритм должен заканчиваться после конечного числа шагов.
- **Определенность.** Каждый шаг алгоритма должен быть точно определен. Действия, которые необходимо произвести, должны быть строго и недвусмысленно определены в каждом возможном случае.
- **Ввод.** Алгоритм имеет некоторое (может быть, равное нулю) число входных данных, то есть величин, заданных ему до начала работы. Эти данные берутся из некоего конкретного множества объектов.

- **Вывод.** Алгоритм имеет одну или несколько выходных величин, то есть величин, имеющих вполне определенные отношения ко входным данным.
- **Эффективность.** От алгоритма требуется также, чтобы он был эффективным. Это означает, что все операции, которые необходимо произвести в алгоритме, должны быть достаточно простыми, чтобы их в принципе можно было выполнить точно и за конечный отрезок времени с помощью карандаша и бумаги.



На практике нам нужны **хорошие** алгоритмы.

*Они определяются характеристиками:*

1. число, указывающее, сколько раз выполняется каждый шаг алгоритма.
2. приспособляемость алгоритма к вычислительным машинам,
3. простота
4. изящество

Структура данных относится, по существу, к "пространственным" понятиям: ее можно свести к схеме организации информации в памяти компьютера. Алгоритм же является соответствующим процедурным элементом в структуре программы - он служит рецептом расчета.

# Тема 2: Классификация структур данных

- Понятие "**ФИЗИЧЕСКАЯ** структура данных" отражает способ физического представления данных в памяти машины и называется еще структурой хранения, внутренней структурой или структурой памяти.
- Рассмотрение структуры данных без учета ее представления в машинной памяти называется абстрактной или **ЛОГИЧЕСКОЙ** структурой.

- Различаются ПРОСТЫЕ (базовые, примитивные) структуры (типы) данных и ИНТЕГРИРОВАННЫЕ (структурированные, композитные, сложные).
- Простыми называются такие структуры данных, которые не могут быть расчленены на составные части, большие, чем биты. С точки зрения физической структуры важным является то обстоятельство, что в данной машинной архитектуре, в данной системе программирования мы всегда можем заранее сказать, каков будет размер данного простого типа и какова структура его размещения в памяти. С логической точки зрения простые данные являются неделимыми единицами.
- Интегрированными называются такие структуры данных, составными частями которых являются другие структуры данных - простые или в свою очередь интегрированные.

- В зависимости от отсутствия или наличия явно заданных связей между элементами данных следует различать **НЕСВЯЗНЫЕ** структуры (векторы, массивы, строки, стеки, очереди) и **СВЯЗНЫЕ** структуры (связные списки).
- Весьма важный признак структуры данных - ее изменчивость - изменение числа элементов и (или) связей между элементами структуры. В определении изменчивости структуры не отражен факт изменения значений элементов данных, поскольку в этом случае все структуры данных имели бы свойство изменчивости. По признаку изменчивости различают структуры **СТАТИЧЕСКИЕ**, **ПОЛУСТАТИЧЕСКИЕ**, **ДИНАМИЧЕСКИЕ**.

- Важный признак структуры данных - характер упорядоченности ее элементов. По этому признаку структуры можно делить на **ЛИНЕЙНЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ** структуры.
- В зависимости от характера взаимного расположения элементов в памяти линейные структуры можно разделить на структуры с **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ** распределением элементов в памяти (векторы, строки, массивы, стеки, очереди) и структуры с **ПРОИЗВОЛЬНЫМ СВЯЗНЫМ** распределением элементов в памяти (односвязные, двусвязные списки). Пример нелинейных структур - многосвязные списки, деревья, графы.

В языках программирования понятие "*структуры данных*" тесно связано с понятием "*типы данных*". Информация по каждому типу однозначно определяет :

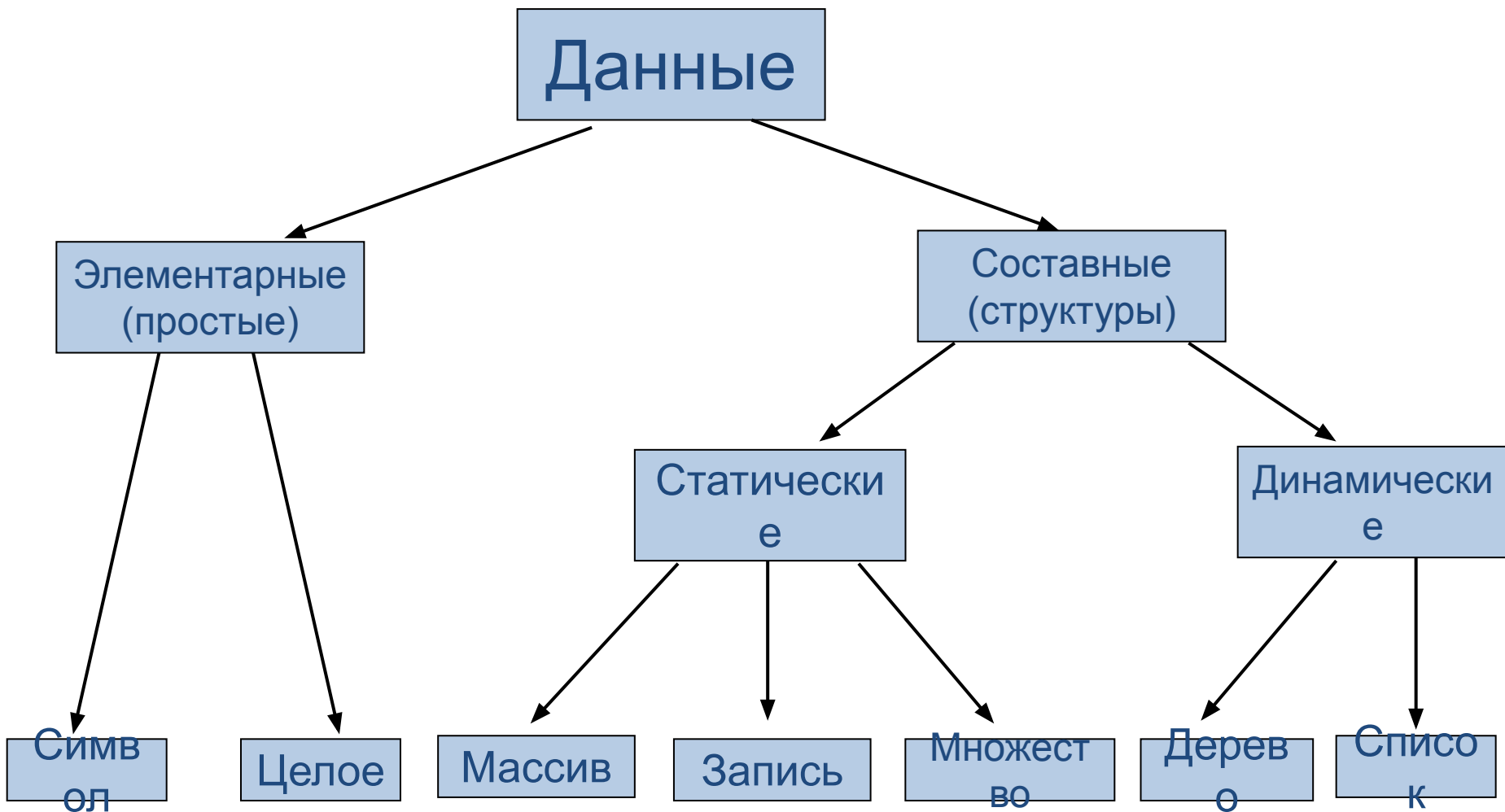
- структуру хранения данных указанного типа, т.е. выделение памяти и представление данных в ней, с одной стороны, и интерпретацию двоичного представления, с другой;
- множество допустимых значений, которые может иметь тот или иной объект описываемого типа;
- множество допустимых операций, которые применимы к объекту описываемого типа.



- В большинстве случаев новые типы данных определяются с помощью ранее определенных типов данных. Значения, принадлежащие к такому типу, обычно представляют собой совокупности значений компонент, принадлежащих к определенным ранее типам компонент, такие составные значения называются структурированными. Если имеется только один тип компонент, т.е. все компоненты принадлежат одному типу, то он называется **базовым**.
- Число различных значений, принадлежащих типу  $T$ , называется **кардинальным числом**  $T$ . Кардинальное число определяет размер памяти, нужной для размещения переменной  $x$  типа  $T$ . Этот факт обозначается так:  **$x:T$** .

# Структуры данных





- **Структура данных** — это исполнитель, который организует работу с данными, включая их хранение, добавление и удаление, модификацию, поиск и т.д. Структура данных поддерживает определенный порядок доступа к ним. Структуру данных можно рассматривать как своего рода склад или библиотеку.
- При описании структуры данных нужно перечислить набор действий, которые возможны для нее, и четко описать результат каждого действия. Будем называть такие действия **предписаниями**. С программной точки зрения, системе предписаний структуры данных соответствует набор функций, которые работают над общими переменными.

- Структуры данных можно реализовывать и в традиционных языках программирования, и в объектно-ориентированных.
- При этом следует придерживаться объектно-ориентированного стиля программирования: четко выделить **набор функций**, которые осуществляют работу со структурой данных, и **ограничить доступ к данным** только этим набором функций. Сами данные реализуются как статические (не глобальные) переменные.

- Структура данных обычно реализуется на основе более простой **базовой структуры**, ранее уже реализованной, или на основе массива и набора простых переменных. Следует четко различать описание структуры данных с логической точки зрения и описание ее реализации. Различных реализаций может быть много, с логической же точки зрения (т.е. с точки зрения внешнего пользователя) все они эквивалентны и различаются, возможно, лишь скоростью выполнения предписаний.

**Тип данных** — фундаментальное понятие теории **программирования**. Тип данных определяет множество значений, набор операций, которые можно применять к таким значениям и, возможно, способ реализации хранения значений и выполнения операций. Любые данные, которыми оперируют программы, относятся к определённым типам.

**Тип (сорт)** — относительно устойчивая и независимая совокупность элементов, которую можно выделить во всём рассматриваемом множестве (предметной области).

Математически тип может быть определён двумя способами:

- Множеством всех значений, принадлежащим типу.
- Предикатной функцией, определяющей принадлежность объекта к данному типу



- Типы данных различаются начиная с нижних уровней системы. В Ассемблере x86 различаются типы «целое число» и «вещественное число». Это объясняется тем, что для чисел рассматриваемых типов отводятся различные объёмы памяти, используются различные регистры микропроцессора, а для операций с ними применяются различные команды Ассемблера и различные ядра микропроцессора.
- Концепция типа данных появилась в языках программирования высокого уровня как естественное отражение того факта, что обрабатываемые программой данные могут иметь различные множества допустимых значений, храниться в памяти компьютера различным образом, занимать различные объёмы памяти и обрабатываться с помощью различных команд процессора

- Как правило, типы в языках программирования не всегда строго соответствуют подобным типам в математике. Например, тип «целое число» большинства языков программирования не соответствует принятому в математике типу «целое число», так как в математике указанный тип не имеет ограничений ни сверху, ни снизу, а в языках программирования эти ограничения есть.

- Теоретически не может существовать языков, в которых отсутствуют типы (включая полиморфные). Это следует из того, что все языки основаны на машине Тьюринга или на лямбда-исчислении. И в том, и в другом случае необходимо оперировать как минимум одним типом данных — хранящимся на ленте (машина Тьюринга) или передаваемым и возвращаемым из функции (лямбда-исчисление).

# Языки без типов

Теоретически не может существовать языков, в которых отсутствуют типы. Это следует из того, что все языки основаны на **машине Тьюринга** или на **лямбда-исчислении**. И в том, и в другом случае необходимо оперировать как минимум одним типом данных — хранящимся на ленте (машина Тьюринга) или передаваемым и возвращаемым из функции (лямбда-исчисление).

# Базовые типы

Каждый язык программирования поддерживает один или несколько **встроенных типов данных** (базовых типов), кроме того, развитые языки программирования предоставляют программисту возможность описывать собственные типы данных, комбинируя или расширяя существующие.

# Преимущества от использования типов данных

- **Надёжность.** Типы данных защищают от трёх видов ошибок
- **Стандартизация.** Благодаря соглашениям о типах, поддерживаемых большинством систем программирования, сложилась ситуация, когда программисты могут быстро менять свои рабочие инструменты, а программы не требуют больших переделок при переносе исходных текстов в другую среду.
- **Документация.** Использование того или другого типа данных объясняет намерения программиста

Можно приводить различные классификации типов данных, например, простые и составные типы, predetermined и определяемые типы и т.д. Существенно то, что несмотря на многолетнее использование типов данных в отечественном программировании, так и не сложилась устойчивая и общепринятая русскоязычная терминология.

- Встроенные типы данных, т.е. типы, predetermined в языке программирования или языке баз данных.
- «Уточняемый тип данных» - возможность определения типа на основе встроенного типа данных, значения которого упорядочены.
- Перечисляемые типы данных - явно определяемые целые типы с конечным числом именованных значений.



- Конструируемые типы (иногда их называют составными) обладают той особенностью, что в языке predetermined средства спецификации таких типов и некоторый набор операций, дающих возможность доступа к компонентам составных значений
- Указательные типы дают возможность работы с типизированными множествами абстрактных адресов переменных, содержащих значения некоторого типа.
- Типы, определяемыми пользователями

# Контрольные вопросы

- Перечислите особенности алгоритма?
- Дайте определение структуры данных?
- Какие существуют классификации структур данных?

**Спасибо за внимание!**