Лекция 3.
Основные парадигмы и технологии программирования

Парадигма

– совокупность ценностей, методов, подходов, технических навыков и средств, принятых в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции в определенный период времени.

Парадигма программирования – это совокупность идей и понятий, определяющих стиль написания программ.

Первые программисты

20-е годы 19 в. Чарльз Бэббидж высказал мысль о *предварительной записи порядка действий машины для последующей автоматической реализации вычислений* – **программе**, которую можно было записывать на перфокартах.

Первые программисты

- 1843г. - Ада Августа Лавлейс издала перевод на английский язык статьи итальянского ученого Минебраа о вычислительных машинах со своими комментариями.

В комментариях к статье излагались принципы, ставшие основой теории программирования:

- введено понятие цикла
- сформулирован принцип экономии рабочих ячеек
- сформулирован принцип хранимых данных
- обозначена связь рекуррентных формул с циклическими процессами вычислений
- высказана мысль о том, что машина может выполнять работу, превышающую возможности человека

Парадигмы программирования

1. Императивная
   a) Непроцедурное (машинно-ориентированное (ассемблеры)
   b) Процедурное (структурное) (Фортран, С, Паскаль)
2. Объектная (C++, Delphi)
3. Декларативная
   a) Логическое (Пролог)
   b) Функциональное (Лисп и диалекты)

машинно-ориентированное программирование

На начальном историческом этапе возникновения в 40-х годах XX электронные вычислительные машины программировались только на языках машинного уровня.
Процессору посылались бинарные коды из системы команд данного процессора, как правило, вместе с данными для обработки.
Обычно речь шла об операциях по перемещению данных из памяти в регистр или о простой арифметике над содержимым регистра

В августе 1944 года для релейной машины "Марк-I" под руководством **Грейс Хоппер** (женщина-программист, морской офицер ВМФ США) была написана первая подпрограмма для вычисления sin(x).

В 1949 году **Джон Моучли** (один из создателей ЭВМ ENIAC) разработал систему **Short Code**, которую можно считать предшественницей языков программирования высокого уровня, первый примитивный **интерпретатор**.

В 1951 году **Г. Хоппер** создала первый **компилятор А-0**. Ею же впервые был введен этот термин и термин «отладка».

Ассемблер

Ассемблер – машинно-зависимый язык низкого уровня, т.е. он отражает особенности архитектуры конкретного типа вычислительных машин.

Относится ко второму поколению языков программирования (если первым считать машинные коды)

Ассемблер обеспечивает возможность применения символических имен в исходной программе и избавляет программиста от необходимости распределения памяти компьютера для команд, переменных и констант.

Ассемблер

На ассемблере пишут программы или фрагменты программ, для которых критически важны:

- быстродействие
- объем используемой памяти

Этот язык часто применяют для программирования систем реального времени, для обеспечения работы информационно-измерительных комплексов, программирования низкоуровневых драйверов устройств.

Машинно-ориентированное программирование

- характеризуется аппаратным подходом к организации работы компьютера, нацеленным на доступ к любым возможностям оборудования.
- В центре внимания – конфигурация оборудования, состояние памяти, команды, передачи управления, очередность событий, исключения и неожиданности, время реакции устройств и успешность реагирования

Императивное (директивное) программирование

- Программа – это цепочка команд (директив), которая приводит к вычислению одной или нескольких искомых величин.
- Эти директивы совершенно однозначно и четко предписывают выполнение каждого шага алгоритма

Процедурное программирование

- Императивное программирование стали называть *процедурным*, когда в процессе увеличения сложности моделируемых систем и размера получаемых программ возникла концепция подпрограмм, называемых также *процедурами* (procedure) или *функциями* (function)

Структурное программирование

Программирование с использованием нескольких типов управляющих конструкций (структур), которые позволяют сильно повысить понимаемость логики работы программы конструкций называется ***структурным***.

Доказано (Эдсгер В.Дейкстра, 1969), что **любая программа может быть построена на основе трех базовых конструкций**:

последовательное исполнение (линейная)

условная (ветвление)

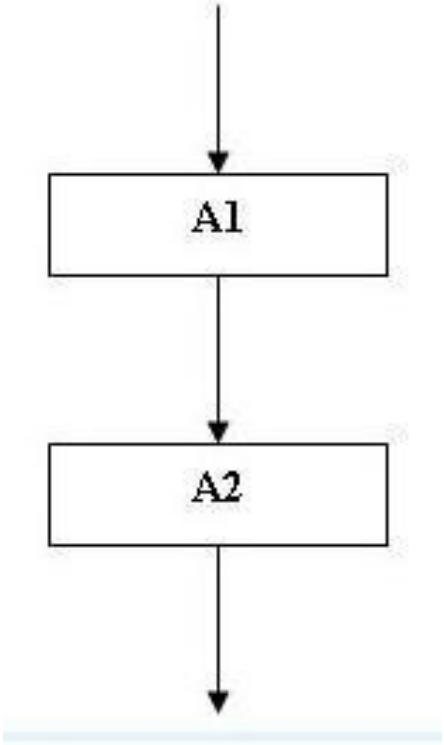
циклическая

Основные конструкции структурного программирования

1. **Линейная**

   (функциональный блок).

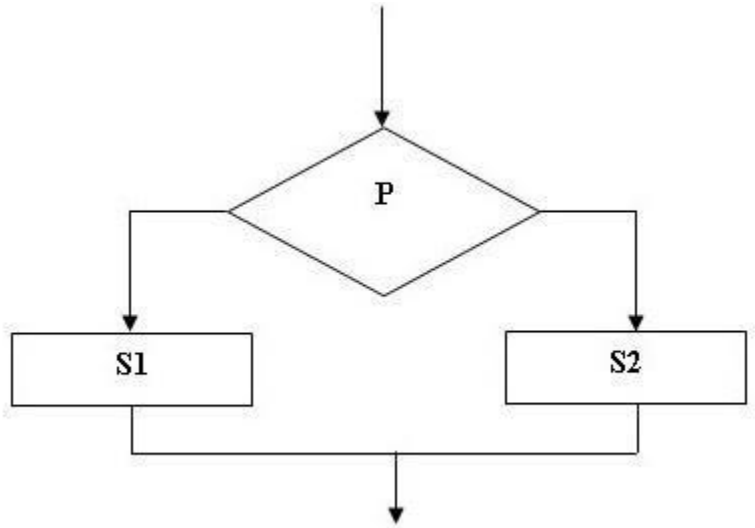
Операторы ввода, вывода и присваивания, следующие строго друг за другом.



Основные конструкции структурного программирования

2. **Условная или ветвление**.

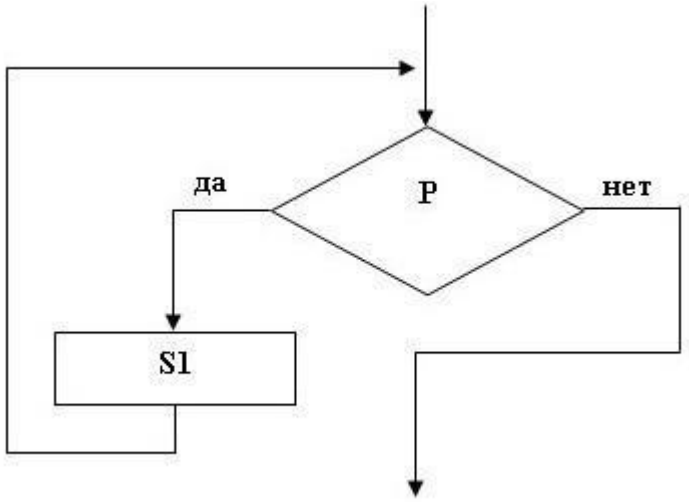
Предполагает проверку некоторого условия, в зависимости от которого выполняется то или иное действие



Основные конструкции структурного программирования

3. **Циклическая**.

Обеспечивает многократное повторение набора операторов, пока не будет выполнено некоторое условие



Стратегии разработки программ

1. **Нисходящее проектирование** (программирование «сверху-вниз»).

Разработка программы начинается с определения целей решения проблемы, после чего идет последовательная детализация, заканчивающаяся детальной программой.

2. **Восходящее проектирование** (программирование «снизу-вверх»)

Разработка программ, начинающаяся с разработки подпрограмм (процедур, функций), в то время когда проработка общей схемы не закончилась.

Принципы структурного программирования

- Принцип **абстрактности**. Увеличение абстрактности программы с уменьшением деталей.
- Принцип **формальности** предполагает строгий методический подход к программированию
- Принцип **иерархического упорядочения**. Взаимосвязь между частями программы должна носить иерархический характер
- Принцип **модульности**. Программа разделяется на отдельные законченные фрагменты, модули, которые просты по управлению и допускают независимую отладку и тестирование.

Первые языки высокого уровня. Фортран

В 1954 году публикуется сообщение о создании языка **FORTRAN** (FORmula TRANslation) (Фортран). Место рождения языка - штаб-квартира фирмы IBM в Нью-Йорке. Одним из главных разработчиков является **Джон Бэкус**. Он же стал автором *НФБ (нормальная форма Бэкуса)*, которая используется для описания синтаксиса многих языков программирования.

Фортран был широко распространенным языком, особенно среди пользователей, которые занимались численным моделированием.

Джон Бэкус

Фортран

В 1977 году был принят новый стандарт языка Фортран-77.

Сейчас используется и стандарт Фортран-90.

Трансляторы: Watfor, Lap-Fortran, Fortran-77, MS-Fortran 5.0.

В настоящий момент Фортран наравне с C/C++ используется для параллельного программирования.

Бейсик.

BASIC (**Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code** – "универсальный символический код инструкций для начинающих") разработан в Дартмутском университете в 1964 году под руководством **Джона Кемени** и **Томаса Курца**. Прямой наследник Фортрана.

Это простой язык, легко изучаемый, предназначенный для программирования несложных расчетных задач.

Компиляторы: GWBASIC, Turbo-Basic и Quick Basic.

Quick Basic - второе поколение систем программирования на языке Бейсик.

VISUAL BASIC

Предоставляет возможность модульного и процедурного программирования, создания библиотек, компиляции готовых программ и прочее, что вывело его на уровень таких классических языков программирования, как Си, Паскаль, Фортран и др.

В 1991 году появилась первая версия языка VISUAL BASIC, которая, развиваясь, сильно потеснила Delphi-подобные системы.

Microsoft использовала Бейсик как основу для создания языка VBA, используемого для программирования макросов в офисных приложениях.

Алгол

В период конца 50-х в Европе и в СССР популярен язык **ALGOL**. Как и FORTRAN, он ориентировался на математические задачи. В нем была реализована передовая для того времени технология программирования - **структурное программирование**.

Характерная черта первых языков программирования - **предметная ориентация**. Это значит, что каждый язык предназначался для решения какого-то определенного, достаточно ограниченного класса задач.

PL/1.

PL/1 разработан в 1964-1965 годах фирмой IBM. PL/1 относится к числу универсальных языков, т. е. позволяет решать задачи из разных областей: численные расчеты, текстовая обработка, экономические задачи и т.д.

Из-за универсальности язык оказался слишком сложным и не вполне независимым от архитектуры машины, как следствие не получил повсеместного распространения.

Паскаль.

Язык был разработан профессором кафедры вычислительной техники Швейцарского Федерального института технологии **Николаусом Виртом** в 1968 году как альтернатива существующим и все усложняющимся языкам программирования.

Паскаль

1973 год - появление стандарта языка, а число трансляторов с этого языка в 1979 году перевалило за 80.

В начале 80-х годов - появление трансляторов MS-Pascal и Turbo-Pascal для ПЭВМ. С этого времени Паскаль становится одним из наиболее важных и широко используемых языков программирования

Паскаль.

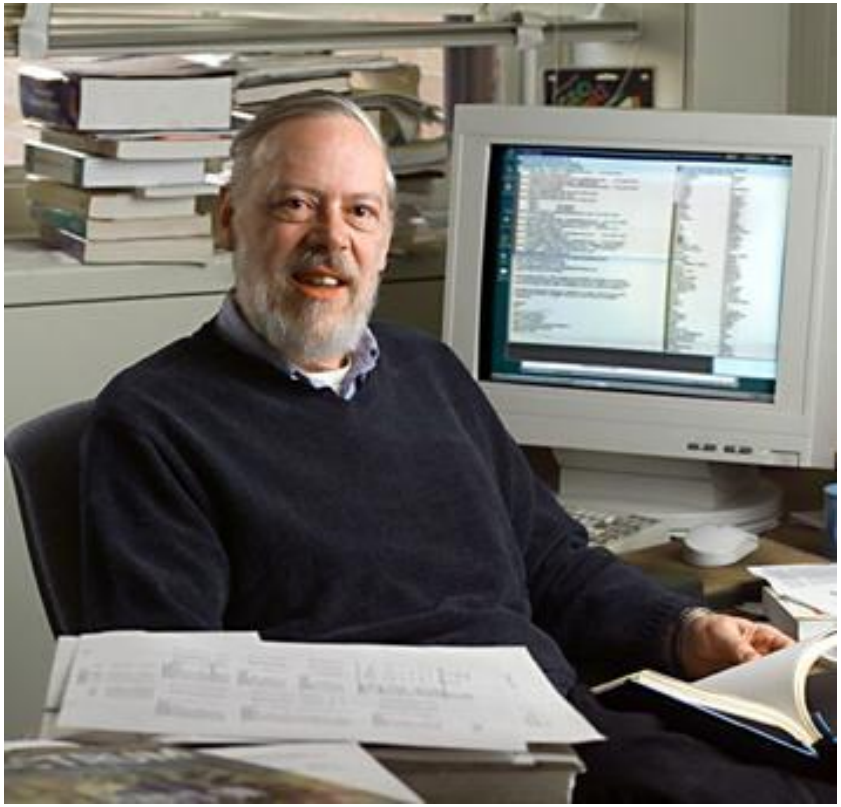
Важнейшие особенности:

- воплощенная идея структурного программирования;
- концепция структуры данных как одного из фундаментальных понятий;

Причины популярности:

- простота языка;
- развитые средства представления структур данных;
- Независимость от аппаратных средств
- наличие специальных методик создания трансляторов;

C.



Сотрудник фирмы Bell Labs **Денис Ритчи** создал язык Си в 1972 году во время совместной работы с Кеном Томпсоном, как инструментальное средство для реализации операционной системы Unix

C.

В настоящее время любая инструментальная и операционная система не может считаться полной если в ее состав не входит компилятор языка Си.

Язык программирования Си был разработан как инструмент для программистов-практиков. В соответствии с этим главной целью его автора было создание удобного и полезного во всех отношениях языка.

Си является орудием системного программиста, требующим от программиста высокой дисциплины, но язык не строг в формальных претензиях и допускает краткие формулировки.

C.

Характеристики языка:

- соответствие современным требованиям. Его структура побуждает программиста использовать в своей работе нисходящее проектирование, структурное программирование и пошаговую разработку модулей.
- эффективность, программы на этом языке отличаются компактностью и быстротой исполнения.
- мобильность
- мощность
- гибкость
- универсальность

Ада.

Язык Ада возник в результате международного конкурса языковых проектов проходившего **в 1978-1979 годах** под эгидой Министерства Обороны США. Целью конкурса - разработать единый язык программирования для так называемых встроенных систем. Имелись в виду прежде всего бортовые системы управления военными объектами

Интересно, что все языки, дошедшие до последних туров этого конкурса, были основаны на Паскале. В этой связи Аду можно предварительно охарактеризовать как развитый Паскаль. Авторы пошли в основном по пути расширения Паскаля новыми элементами. В результате получился существенно более сложный язык.

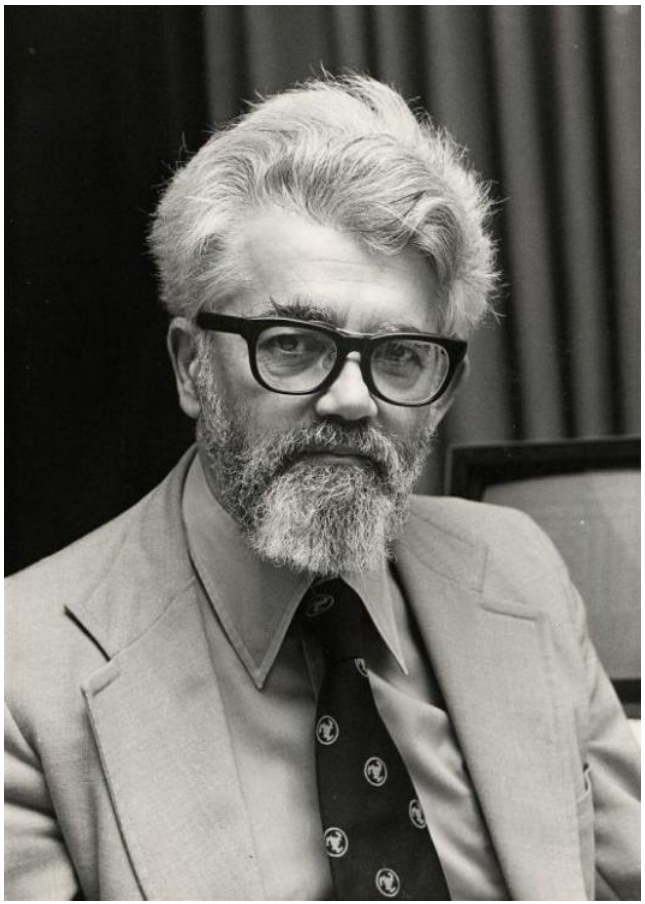
Декларативная парадигма

- необходимость решения логических, интеллектуальных задач, а также задач, связанных с обработкой не только числовой информации, но и информации различных типов
- декларативные программы не предписывают выполнять определенную последовательность действий, в них лишь дается разрешение совершать их. Исполнитель сам находит способ достижения поставленной перед ним составителем программы (программистом) цели

Функциональное программирование

- Функциональная программа состоит из совокупности определений функций, которые в свою очередь представляют собой вызовы других функций и предложений, управляющих последовательностью вызовов. При этом функции часто либо прямо, либо опосредованно вызывают сами себя (рекурсия).
- Каждая функция возвращает некоторое значение в вызвавшую его функцию, вычисление которой после этого продолжается; этот процесс повторяется до тех пор, пока начавшая процесс вычислений функция не вернет конечный результат пользователю

Языки функционального программирования. Лисп.



Язык Лисп (Lisp - **LIS**t **P**rocessing) был предложен **Джоном Маккарти** в 1960 году и ориентирован на разработку программ для решения задач не численного характера.

Лисп

Изначально предназначался для программирования и разработки систем искусственного интеллекта. В основу языка легло т.н. лямбда-исчисление.

Программирование ведется с помощью функций. Причем функция понимается как правило, сопоставляющее элементам некоторого класса соответствующие элементы другого класса.

Лисп.

На протяжении почти сорокалетней истории существования Лиспа появился ряд диалектов этого языка: Common LISP, Mac LISP, Inter LISP, Standard LISP и др. Различия между ними не носят принципиального характера и в основном сводятся к несколько отличающемуся набору встроенных функций и некоторой разнице в форме записи программ.

Логическое программирование

- Основано на логике предикатов
- Программа рассматривается как набор логических фактов и правил вывода, а выполнение программы состоит в вычислении истинности (попытке доказательства) некоторого утверждения

Языки логического программирования. Пролог.

Одной из уникальный особенностей языка ПРОЛОГ является то что его появление является результатом исследований ученых нескольких университетов и научных центров, а не разработка конкретного человека или группы людей.

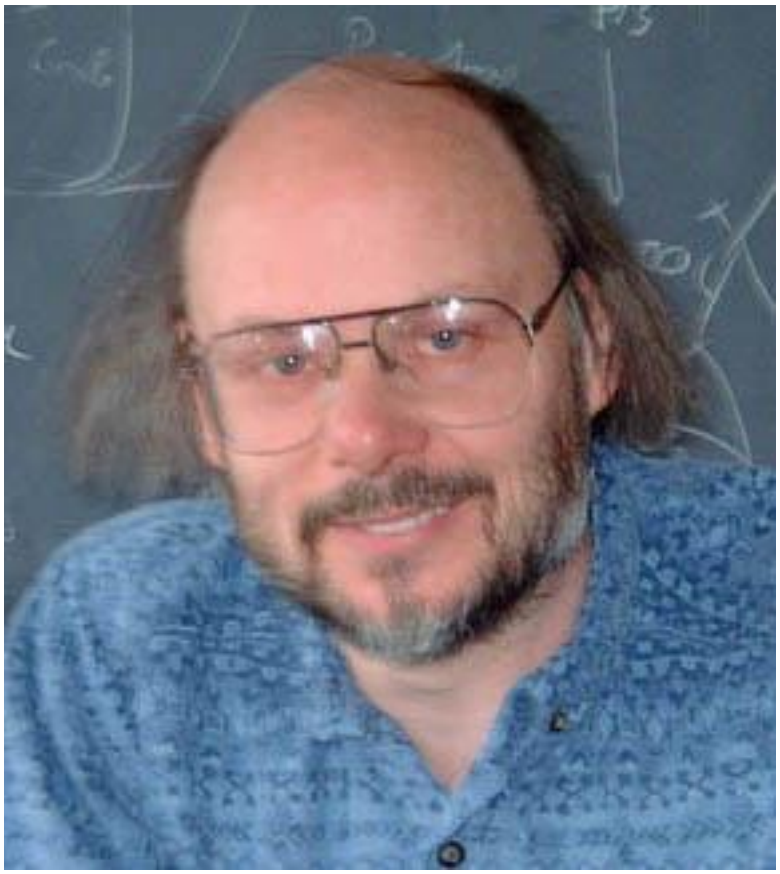
Пролог - язык логического программирования предназначенный для представления и использования знаний о некоторой предметной области.

Основой языка послужила математическая логика. В Прологе реализован декларативный подход, при котором достаточно описать задачу с помощью правил и утверждений относительно заданных объектов. Если это описание является достаточно точным, то ЭВМ может самостоятельно найти требуемое решение.

Объектно-ориентированное программирование

- Объектно-ориентированное программирование (ООП) есть по сути императивное программирование, дополненное принципами
- **инкапсуляции** данных и методов в **объект** (принцип модульности
- **наследования** (принципом повторного использования разработанного функционала).
- **полиморфизма**

Языки объектно-ориентированного программирования. C++.



Язык C++ появился в начале 80-х годов. Создан **Бьерном Страуструпом** с первоначальной целью избавить себя и своих друзей от программирования на ассемблере, Си или различных других языках высокого уровня.

C++

Больше всего C++ позаимствовал из языка Си, а также из непосредственного его предшественника языка BCPL.

В первую очередь C++ отличается от Си разной степенью внимания к типам и структурам данных. Это связанно с появлением понятий класса, производного класса и виртуальной функции.

C++.

Язык C++ является средством объектного программирования, широко применяемой методики проектирования и реализации программ, практически заменившую традиционное процедурное программирование.

Абстракция, реализация, наследование и полиморфизм являются необходимыми свойствами которыми обладает язык C++.

Визуальное программирование

- Возможность автоматической генерации программного кода
- Особенно эффективно при создании интерфейсной части приложений (диалоговых окон, командных кнопок и т.п.)

Параллельное программирование

- В отличие от программирования последовательных вычислений, концептуальную основу которого составляет понятие алгоритма, реализуемого по шагам строго последовательно во времени, в параллельном программировании программа порождает совокупность параллельно протекающих процессов обработки информации, полностью независимых или связанных между собой статическими или динамическими пространственно-временными или причинно-следственными отношениями.

Параллельное программирование

- Определение параллелизма: анализ задачи с целью выделить подзадачи, которые могут выполняться одновременно;
- Выявление параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи.
- Выражение параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью систем параллельного программирования.

Системы параллельного программирования

- OpenMP (разработан стандарт для языков Fortran, C и C++);
- PVM (Parallel Virtual Machine), (поддерживает языки Fortran, C, C++, имеет средства сопряжения с языками Perl, Java);
- CUDA (Compute Unified Device Architecture) – программно-аппаратное решение, позволяющее использовать видеопроцессоры NVIDIA для вычислений общего назначения;
- MPI – интерфейс передачи данных (message passing interface).

Сценарное программирование

- Возникшее, с появлением глобальной сети Internet, Web-программирование и языки его реализующие, определяют формирование современной, сценарной технологии программирования.
- Первое из средств создания Web-страничек – это язык разметки гипертекстов HTML (HyperText Markup Language)
- Для создания более сложных и функциональных интерактивных сайтов сейчас имеется довольно разнообразный выбор инструментальных средств – ASP, PHP, Perl, Pyton, Java-script и т.п

Визуальные средства создания Web-сайтов

- Визуальные редакторы веб-интерфейсов, в которых содержание отображается в процессе редактирования и выглядит максимально близко похожим на конечную продукцию (Microsoft FrontPage, Web Page Maker, Adobe Dreamweaver и т.п.)
- Системы управления сайтом (CMS - Content Management System) – программное обеспечение, позволяющее управлять содержимым и структурой сайта; движки, в которых присутствует набор готовых шаблонов сайтов (Joomla, Drupal и т.п.)

Язык разметки гипертекстов HTML

- разработан британским учёным Тимом Бернерсом-Ли в 1986—1991 годах в стенах ЦЕРНа
- (CERN от фр. *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (*Европейский совет по ядерным исследованиям*), лаборатория которого находятся в Женеве (Швейцария)

Языки												Парадигмы и технологии
Ассемблер												Машинно-ориентированная
Fortran			Algol C		Pascal		Modula		Oberon			Императивная
			Basic				Ada					
			LISP		ML, Scheme		Рефал		Haskell			Декларативная
					Prolog		VisualProlog					
							VisualBasic, C++, Delphi		Java, C#			Объектно-ориентированная
					Smalltalk				Ruby			
							Perl		Pyton			Сценарная
									PHP, ASP			
1950		1960		1970		1980		1990		2000		

Основные этапы решения задач на компьютере

1. постановка задачи
2. математическое моделирование
3. алгоритмизация
4. программирование
5. трансляция программы
6. тестирование и отладка программы
7. исполнение отлаженной программы и анализ результатов

Первый этап - постановка задачи

- словесное описание содержания задачи, общий подход к ее решению.
- Для нашей задачи – решение квадратного уравнения - можно предложить такое описание: даны коэффициенты уравнения - три целых числа, вычислить значения корней уравнения - одно или два числа, вывести их в качестве результата

Второй этап - математическое моделирование

- Математические формулы и логические условия,
- Для нашей задачи этот этап – это известные формулы для вычисления дискриминанта и корней квадратного уравнения

Третий этап - алгоритмизация

Алгоритм — понятное и точное предписание исполнителю выполнить конечную последовательность команд, приводящих от исходных данных к искомому результату.

Свойства алгоритма

1. Дискретность.
2. Детерминированность.
3. Точность.
4. Понятность.
5. Результативность.
6. Конечность.
7. Массовость.

Основные алгоритмические конструкции

- **последовательная -** каждый шаг алгоритма выполняется один раз, причем после каждого i-го шага выполняется (i +1)-й шаг, если i-й шаг – не конец алгоритма.
- **ветвящаяся -** последовательность выполнения шагов алгоритма зависит от входных данных.
- **циклическая -** некоторая, подряд идущая группа шагов алгоритма может выполняться несколько раз в зависимости от входных данных.

- достаточно для записи любого алгоритма

(1969 г. Э.В.Дейкстра, статья «Структуры данных и алгоритмы»)

Способы записи алгоритма

- **словесная** (записи на естественном языке);
- **псевдокоды** (полуформализованные описания алгоритмов на условном алгоритмическом языке, включающие в себя как элементы языка программирования, так и фразы естественного языка, общепринятые математические обозначения и др.);
- **графическая** (изображения из графических символов, блок-схемы);
- **формальная** (машина Тьюринга или машина Поста);
- **программная** (тексты на языках программирования)

Блок-схемы

Одна из универсальных форм записи алгоритмов, допускающая использование двух видов блоков: операторный и условный.

Операторный блок – прямоугольник.

Условный блок – ромб.

Внутри блоков записывают соответствующие действия или условия.

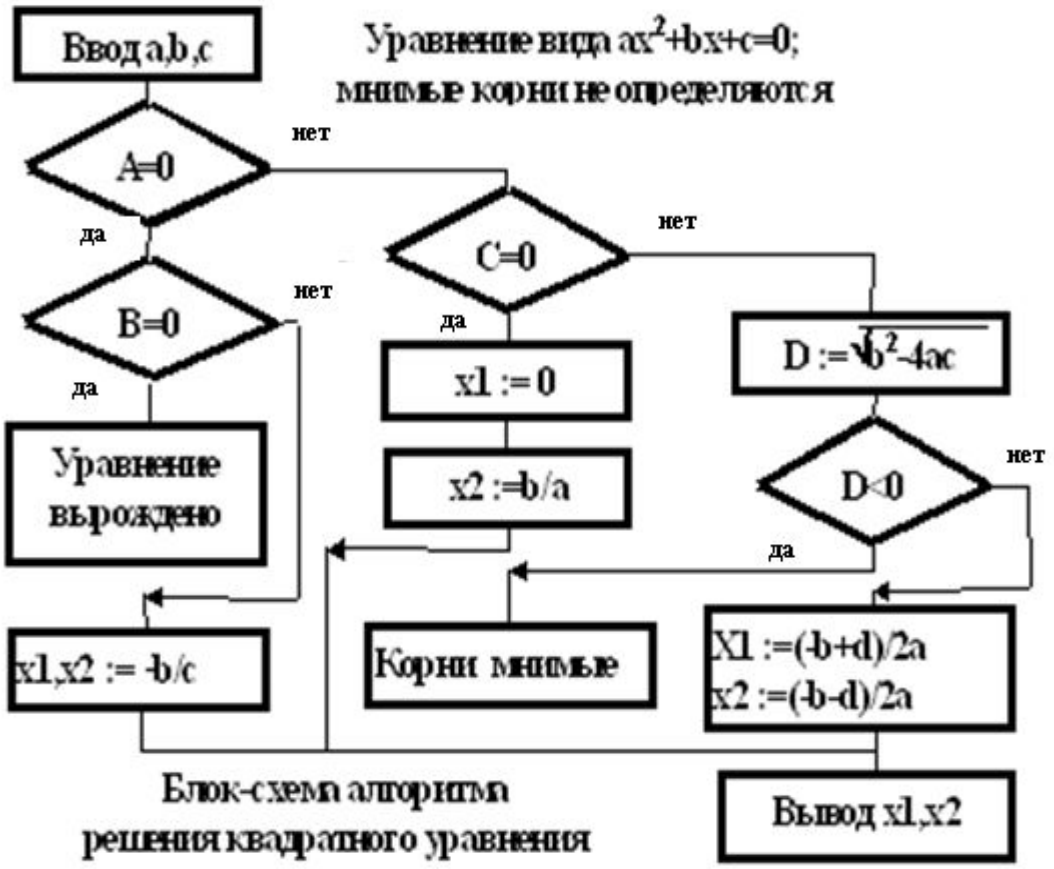
Операторный блок – это прямоугольник, в который вписывается некоторое действие или выражение.

Этот блок может иметь несколько входов и только один выход, что обеспечивает однозначность в определении последовательности выполняемых действий.

Условный блок обозначается ромбом, в который вписывается некоторое условие.

Поскольку результатом проверки условия может быть либо “да”, либо “нет” (“истина” или “ложь”, “0” или “1”), блок имеет два соответствующих этим ответам выхода.

Блок-схема алгоритма поиска корней квадратного уравнения



Блок-схема алгоритма решения квадратного уравнения

Четвёртый этап – *программирование*

- ***Программа –*** описание структуры алгоритма на языке программирования.
- Программирование включает в себя следующие виды работ: выбор языка программирования; уточнение способов организации данных; запись алгоритма на выбранном языке программирования

Пятый этап – *трансляция программы*

- Трансляция - это перевод команд языка программирования в компьютерные двоичные коды.
- На этом этапе происходит проверка программы на ее соответствие правилам (синтаксису) языка программирования и при отсутствии синтаксических ошибок создается исполняемый файл программы

Шестой этап – *тестирование и отладка программы*

- Тестирование - выполнение программы, проверка программы на наличие логических ошибок. Для этого нужно подобрать систему тестов (набор исходных данных с заранее известным результатом) и сравнить выдаваемые программой результаты с контрольными
- Отладка – проверка работы программы на контрольных примерах. Контрольные примеры – это различные (желательно все возможные) комбинации исходных данных. Контрольные примеры выбираются так, чтобы при работе были задействованы все ветви алгоритма

Седьмой этап – *исполнение отлаженной программы и анализ результатов*

- Программист запускает программу и задаёт исходные данные, требуемые по условию задачи.
- Постановщик задачи анализирует полученные результаты, на основании анализа принимаются решения, вырабатываются рекомендации, делаются выводы.

Итоги

Мы рассмотрели

- Основные парадигмы и технологии программирования
- Этапы решения задачи средствами вычислительной техники
- Понятие алгоритма и его свойства
- Способы записи алгоритмов