

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»

факультет информационных систем и технологий

кафедра прикладной информатики и математики

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Архитектура ЭВМ по Фон Нейману»

Выполнила:

Дражина Руслана Романовна  
студентка 1-го курса  
специальности  
09.02.07

Информационные системы и  
программирование  
группы ИК-22-3

Руководитель проекта:

преподаватель кафедры прикладной  
информатики и математики

\_\_\_\_\_ Горбатенко Н.Ю.

подпись

Проект защищен с оценкой:

\_\_\_\_\_ оценка \_\_\_\_\_ подпись  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ставрополь, 2023г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Определение архитектуры ЭВМ фон Неймана.....	4
1.1. Основные принципы архитектуры фон Неймана.....	4
1.2. Устройство управления (УУ).....	6
1.3. Чтение, хранение и запись данных.....	8
2. Программное управление.....	10
2.1. Преимущества и ограничения архитектуры фон Неймана.....	10
2.2. Развитие архитектуры фон Неймана.....	12
2.3. Выводы по архитектуре фон Неймана.....	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	15

## ВВЕДЕНИЕ

Архитектура фон Неймана, также известная как архитектура фон Неймана-Вон Неймана, является основой для большинства современных компьютерных систем. Она была предложена математиком и физиком Джоном фон Нейманом в середине 1940-х годов и представляет собой концептуальную модель для построения и организации компьютеров.

Основным принципом архитектуры фон Неймана является хранение программ в памяти и выполнение их последовательно одну за другой. Программа представляется в виде последовательности инструкций, которые извлекаются из памяти, декодируются и выполняются процессором.

Архитектура фон Неймана обеспечивает гибкость и универсальность компьютерных систем, позволяя программистам разрабатывать различные приложения, не изменяя аппаратные средства. Она стала основой для развития современных цифровых компьютеров и является широко используемой в индустрии и научных исследованиях.

**Актуальность темы исследования:** Архитектура фон Неймана продолжает оставаться основной и широко используемой моделью для разработки и организации компьютерных систем. Ее принципы и концепции являются основой для инноваций и развития в области вычислительной технологии.

**Цель исследования:** Подробное исследование Архитектуры фон Неймана.

**Задачи исследования:**

1. Улучшение производительности архитектуры.
2. Изучение Энергоэффективности архитектуры.
3. Исследование возможностей архитектуры.
4. Изучение безопасности системы.
5. Возможности применения данной архитектуры.

## 1. Определение архитектуры ЭВМ фон Неймана.

### 1.1. Основные принципы архитектуры фон Неймана

Архитектура фон Неймана (или архитектура фон Неймана-Фон Клейна) является основой для большинства современных компьютерных систем. Она была предложена математиком и физиком Джоном фон Нейманом в 1945 году и дальнейшими разработками получила имя в честь математика Германа Фон Клейна.

Основные принципы архитектуры фон Неймана включают:

Центральное процессорное устройство (ЦПУ): оно состоит из арифметико-логического устройства (АЛУ) и устройства управления (УУ). АЛУ выполняет арифметические операции (сложение, вычитание и т. д.) и логические операции (сравнение, логическое "ИЛИ", логическое "И" и т. д.), а УУ контролирует выполнение команд и обеспечивает последовательную обработку данных.

Однородная память: В архитектуре фон Неймана данные и инструкции программ хранятся в одной и той же памяти. Это позволяет программам и данным обмениваться без необходимости в специальных механизмах передачи данных между различными частями системы.

Программное управление: Команды, определяющие операции, выполняемые процессором, хранятся в памяти. ЦПУ последовательно извлекает команды из памяти, интерпретирует их и выполняет соответствующие операции. Это позволяет создавать программы, которые могут быть изменены без изменения аппаратного обеспечения.

Хранение данных и программ: Данные и программы хранятся в памяти в двоичной форме. Команды и данные представлены одинаковым образом, и их интерпретация зависит от контекста.

Последовательное выполнение инструкций: Архитектура фон Неймана предполагает последовательное выполнение инструкций программы. Каждая инструкция извлекается из памяти, декодируется и выполняется процессором перед переходом к следующей инструкции. Это позволяет программам быть управляемыми и последовательными.

Шина: Шина является коммуникационным каналом, по которому данные передаются между различными компонентами компьютера. Шина включает адресную шину для передачи адресов памяти и устройств, шину данных для передачи самих данных и шину управления для передачи сигналов управления.

Ввод-вывод: Архитектура фон Неймана предусматривает использование внешних устройств для ввода и вывода данных. Это могут быть клавиатура, монитор, принтер и другие периферийные устройства, которые связываются с компьютером через специальные интерфейсы.

Компьютеры, построенные на этих принципах, относят к типу фоннеймановских.

### **Компьютеры, построенные на принципах фон Неймана**

В середине 1940-х проект компьютера, хранящего свои программы в общей памяти, был разработан в Школе электрических разработок Мура в Университете штата Пенсильвания, подход, описанный в этом документе, стал известен как архитектура фон Неймана, по имени единственного из названных авторов проекта Джона фон Неймана, хотя на самом деле авторство проекта было коллективным. Архитектура фон Неймана

решала проблемы, свойственные компьютеру «ЭНИАК», который создавался в то время, за счёт хранения программы компьютера в его собственной памяти. Информация о проекте стала доступна другим исследователям вскоре после того, как в 1946 году было объявлено о создании «Эниака». По плану предполагалось осуществить проект силами Муровской школы в машине EDVAC, однако до 1951 года EDVAC не был запущен из-за технических трудностей в создании надёжной компьютерной памяти. Другие научно-исследовательские институты, получившие копии проекта, сумели решить эти проблемы гораздо раньше группы разработчиков из Муровской школы и реализовали их в собственных компьютерных системах. Первыми пятью компьютерами, в которых были реализованы основные особенности архитектуры фон Неймана, были:

- Манчестерский Марк I. Прототип — Манчестерская малая экспериментальная машина. Университет Манчестера (англ. *The University of Manchester*), Великобритания, 21 июня 1948 года;
- EDSAC. Кембриджский университет (англ. *The Cambridge University*), Великобритания, 6 мая 1949 года;
- BINAC. США, апрель или август 1949 года;
- CSIR Mk 1. Австралия, ноябрь 1949 года;
- SEAC. США, 9 мая 1950 года.

## 1.2. Устройство управления (УУ)

Устройство управления (Control Unit) в архитектуре фон Неймана отвечает за координацию и контроль работы компьютерной системы. Его основная

функция заключается в декодировании и выполнении инструкций, а также управлении другими компонентами системы.

Основные компоненты устройства управления включают:

**Счетчик программы (Program Counter, PC):** Счетчик программы содержит адрес следующей инструкции, которую необходимо выполнить. Он инкрементируется после выполнения каждой инструкции, чтобы указать на следующую инструкцию в памяти.

**Регистр команд (Instruction Register, IR):** Регистр команд содержит текущую инструкцию, которую нужно выполнить. Инструкция загружается из памяти в регистр команд, где она декодируется для определения типа операции и операндов.

**Декодер (Decoder):** Декодер выполняет декодирование инструкции, определяя ее тип и операнды. Он определяет, какая операция должна быть выполнена и какие данные должны быть использованы.

**Управляющая единица (Control Unit):** Управляющая единица принимает декодированную информацию и генерирует управляющие сигналы, которые контролируют работу остальных компонентов системы. Она активирует соответствующие аппаратные блоки, чтобы выполнить требуемую операцию.

**Арифметико-логическое устройство (ALU):** АЛУ выполняет арифметические и логические операции, такие как сложение, вычитание, умножение, деление, сравнение и логические операции AND, OR, NOT. Управляющая единица активирует АЛУ и определяет тип операции, которую необходимо выполнить.

**Регистры общего назначения (General-Purpose Registers):** Регистры общего назначения используются для временного хранения данных и промежуточных результатов операций. Управляющая единица может управлять доступом к регистрам и перемещением данных между регистрами и памятью.

Устройство управления работает в тесном взаимодействии с другими компонентами архитектуры фон Неймана для выполнения инструкций программы и обеспечения правильного функционирования компьютерной системы.

### 1.3. Чтение, хранение и запись данных

В архитектуре фон Неймана данные считываются, хранятся и записываются в памяти компьютерной системы. Этот процесс осуществляется с помощью следующих компонентов и операций:

**Память:** В архитектуре фон Неймана данные хранятся в памяти компьютерной системы. Память представляет собой последовательность ячеек, каждая из которых имеет свой уникальный адрес. Каждая ячейка может хранить фиксированное количество бит информации.

**Адресация:** Для доступа к определенным данным в памяти необходимо использовать адресацию. Адрес является числовым значением, указывающим на конкретную ячейку памяти. При выполнении инструкций, которые требуют доступа к данным, адрес передается в память для чтения или записи данных.

**Чтение данных:** Чтение данных происходит путем передачи адреса нужной ячейки памяти в память. Память считывает содержимое этой ячейки и передает его обратно в компьютерный процессор. Процессор может использовать эти данные для дальнейших операций, например, для выполнения арифметических или логических операций.

**Запись данных:** Запись данных происходит путем передачи адреса нужной ячейки памяти и данных, которые необходимо записать, в память. Память записывает данные в указанную ячейку, заменяя предыдущее содержимое.

Регистры: В архитектуре фон Неймана также присутствуют регистры - небольшие и быстрые хранилища данных внутри процессора. Регистры используются для хранения промежуточных результатов, операндов и других временных данных, которые часто используются в операциях.

Шина данных: Для передачи данных между компонентами системы, такими как процессор, память и ввод-выводные устройства, используется шина данных. Шина данных обеспечивает физическую передачу битовых данных между компонентами.

В целом, чтение, хранение и запись данных в архитектуре фон Неймана осуществляется через взаимодействие между процессором, памятью и другими компонентами системы с использованием адресации и операций чтения/записи данных. Это обеспечивает эффективную обработку информации и выполнение программ на компьютере.

## 2. Программное управление

### 2.1. Преимущества и ограничения архитектуры фон Неймана

Архитектура фон Неймана имеет несколько преимуществ перед другими архитектурами:

**Простота и единообразие:** Архитектура фон Неймана предлагает простую и единообразную структуру, которая упрощает разработку и программирование компьютерных систем. Она основана на едином принципе хранения и обработки данных, что упрощает понимание и использование системы.

**Программируемость:** Архитектура фон Неймана предоставляет возможность программирования компьютера. Она позволяет разработчикам создавать инструкции и последовательности операций, которые компьютер будет выполнять. Это обеспечивает гибкость и универсальность использования компьютерных систем.

**Эффективность использования памяти:** Архитектура фон Неймана позволяет эффективно использовать память компьютера. Она предоставляет доступ к данным по адресу, что упрощает чтение и запись данных из и в память. Кроме того, она позволяет использовать одну и ту же память для хранения программ и данных.

Однако у архитектуры фон Неймана также есть некоторые ограничения:

Ограниченная пропускная способность: Архитектура фон Неймана имеет линейную структуру, где инструкции выполняются последовательно. Это ограничивает пропускную способность системы, поскольку каждая инструкция должна быть выполнена перед выполнением следующей. Это может замедлять выполнение параллельных или конкурирующих задач.

Ограниченная масштабируемость: При увеличении размера и сложности компьютерных систем, архитектура фон Неймана может столкнуться с ограничениями масштабируемости. При больших объемах данных или сложных вычислениях может потребоваться больше времени и ресурсов для обработки информации.

Частая зависимость от памяти: В архитектуре фон Неймана процессор и память обмениваются данными через шину данных, что может вызывать задержки из-за ограниченной скорости передачи данных по шине. Это может стать узким местом в производительности системы, особенно при работе с большими объемами данных.

Ограниченная надежность: В архитектуре фон Неймана отказ одного компонента, например, процессора или памяти, может привести к полной неработоспособности системы. Нет встроенных механизмов для обнаружения и восстановления от ошибок.

В целом, архитектура фон Неймана является широко используемой и успешной, но она имеет свои ограничения, которые могут потребовать улучшений и доработок для эффективной работы с современными требованиями к вычислительной мощности и производительности.

## 2.2. Развитие архитектуры фон Неймана

Одной из опор гигантского здания компьютерных технологий являются построения, связанные с именем Джона фон Неймана. Случилось так, что в середине 40-х годов он высказал несколько теоретических положений, не самых существенных в его научной биографии, но именно они обеспечили его имени широкую известность. Но не стоит забывать, что высказаны они были одним человеком, пусть и гениальным, и приняты были в условиях колоссальной неопределенности. В середине 40-х годов не было никакого предшествующего опыта, и, как следствие, в идеях фон Неймана присутствовал заметный элемент случайности и субъективности, что, однако, не помешало последователям со временем канонизировать его теоретические взгляды, придать им статус непогрешимых догм.

Элемент случайности в любом историческом процессе неизбежен (только классики марксизма-ленинизма могли позволить себе утверждать обратное; мы знаем, к чему это привело). В реальной жизни случается, что однажды кто-то в силу каких-то обстоятельств оказался в нужном месте в нужное время, имел возможность или вынужден был сделать определенный выбор, а потомкам-исследователям не остается ничего другого, как анализировать его решения. Компьютерная история не исключение, она чрезвычайно субъективна. Как бы заинтересованные лица ни старались придать ей вид объективности, в какие бы научные одежды они ее ни обряжали, рано или поздно наступает момент истины, расставляя все по своим местам. Достаточно вспомнить историю искусственного интеллекта; кто в 60-е — 70-е годы мог противопоставить свое мнение тому, что говорили именитые ученые, какой ворох теорий они наворотили, и как же бесславно все это завершилось.

В середине 40-х годов имелось несколько возможных путей для создания электронных компьютеров. Нельзя сбрасывать со счетов гарвардскую

архитектуру<sup>1</sup>; она сложнее в реализации, чем фон-неймановская, но может обеспечить существенно более высокую производительность, поэтому она сохранилась во встраиваемых процессорах, где скорость обработки сигналов наиболее критична. Но судьба распорядилась так, что в широком масштабе была однозначно и безоговорочно принята архитектура фон Неймана.

### 2.3. Выводы по архитектуре фон Неймана

Архитектура фон Неймана остается одной из самых распространенных и успешных архитектур компьютерных систем. Она обладает рядом преимуществ, таких как простота, единообразие и программируемость, которые делают ее привлекательной для разработчиков и пользователей.

Однако архитектура фон Неймана также имеет свои ограничения, включая ограниченную пропускную способность, ограниченную масштабируемость и частую зависимость от памяти. В современных системах активно проводится работа над преодолением этих ограничений, включая увеличение производительности, внедрение распараллелизма, интеграцию специализированных ускорителей и оптимизацию энергопотребления.

В целом, архитектура фон Неймана продолжает эволюционировать и адаптироваться к современным требованиям вычислительных систем. Она остается основой для разработки и проектирования компьютеров, но появляются и другие архитектуры, такие как параллельные и распределенные системы, которые удовлетворяют специфическим требованиям некоторых

---

<sup>1</sup> Архитектура ЭВМ, отличительными признаками которой являются: хранилище инструкций и хранилище данных представляют собой разные физические устройства; канал инструкций и канал данных также физически разделены

приложений. В итоге, выбор архитектуры зависит от конкретной задачи и требований, которые нужно решить.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Архитектура фон Неймана является основой современных компьютерных систем и играет важную роль в разработке и функционировании электронно-вычислительных машин. Она предложена Джоном фон Нейманом в 1945 году и с тех пор остается основным принципом построения компьютеров.

Архитектура фон Неймана основана на нескольких ключевых принципах, включая хранение программ и данных в одной памяти, последовательное исполнение инструкций, использование универсального набора команд и разделение управления и арифметико-логического устройства.

Исследование архитектуры фон Неймана актуально и важно для понимания основных принципов работы компьютерных систем. Эта архитектура обеспечивает простоту программирования, эффективное использование памяти и возможность расширения и развития системы.

Однако архитектура фон Неймана также имеет свои ограничения, такие как ограниченная пропускная способность, ограниченная масштабируемость и зависимость от памяти. В современных системах проводится работа над улучшением и оптимизацией этой архитектуры, включая внедрение параллелизма, использование специализированных ускорителей и оптимизацию энергопотребления.

В целом, архитектура фон Неймана является фундаментальной и широко применяемой архитектурой компьютерных систем. Понимание ее принципов и особенностей позволяет разработчикам и пользователям более эффективно использовать и адаптировать компьютерные системы к современным требованиям и вызовам информационной эпохи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Книга Германа Хайн Голдстайна. «The Computer from Pascal to von Neumann» 1980.
2. Книга Уильяма Эспрея.. «John von Neumann and the Origins of Modern Computing» 1990.
3. Книга Скотта Маккартни. «The Triumphs and Tragedies of the World's First Computer». 2001.
4. <https://ru.wikipedia.org>
5. <https://foxford.ru/wiki/informatika/printsiyu-arhitektury-fon-neymana>