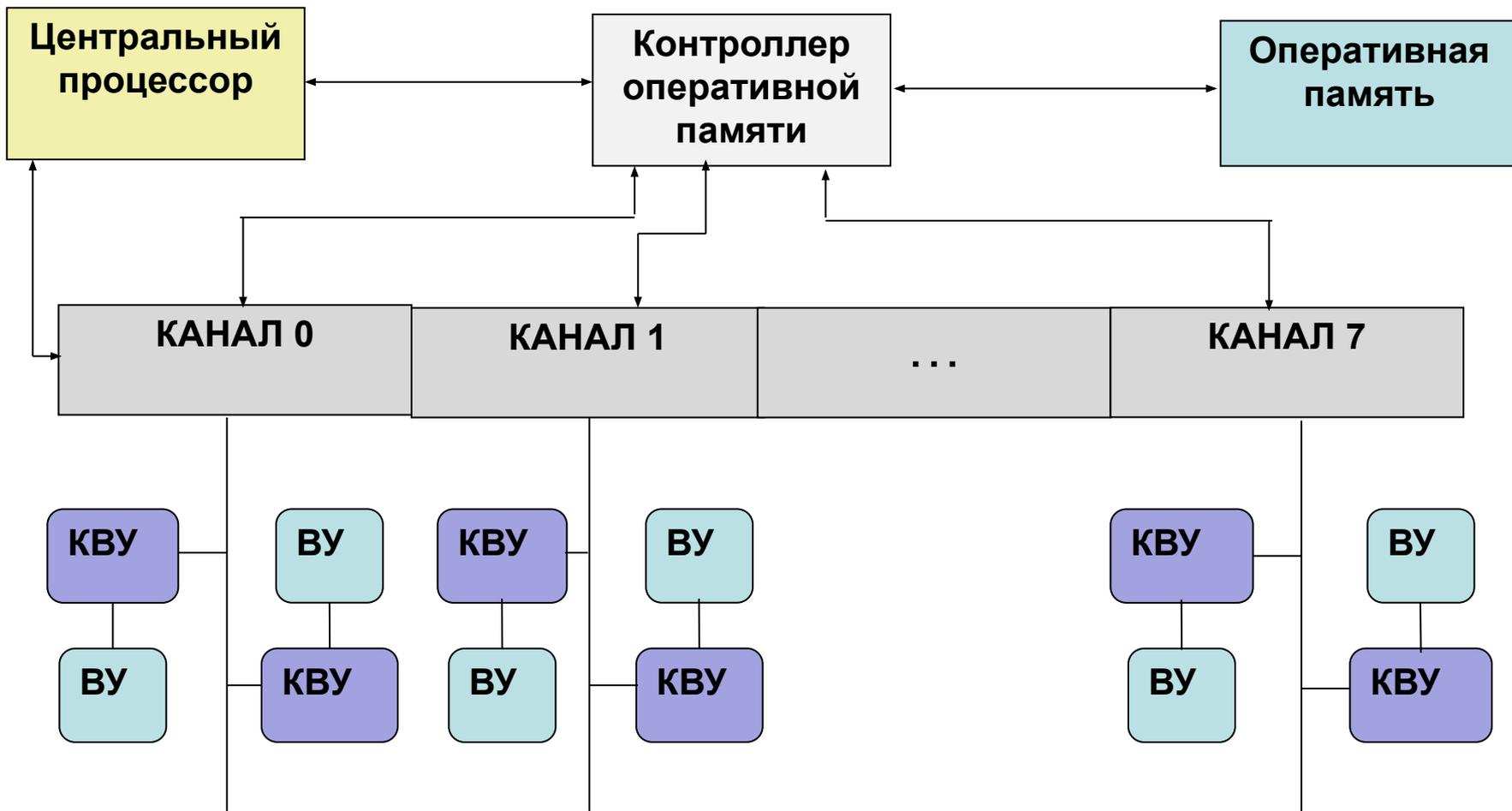


# ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭВМ С КАНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

- Упрощенная схема ЭВМ фон Неймана с канальной организацией
- Понятие канала
- Канальная программа
- Стандартизация и упрощение процессов ввода-вывода. Роль центрального процессора
- Преимущества канальной организации по сравнению с шинной.
- Информационная модель ЭВМ.

# Схема ЭВМ с каналной организацией



**ВУ** – внешнее (периферийное) устройство

**КВУ** – контроллер внешнего устройства

# Понятие канала

**Канал** – это специализированный процессор, осуществляющий всю работу по управлению контроллерами внешних устройств и обмену данными между оперативной памятью и внешними устройствами.

**Контроллер внешнего устройства** – это программно-аппаратная составляющая устройства, которая служит для связи внешнего устройства с данной моделью ЭВМ.

# Принципы подключения ВУ к каналам

Внешние устройства группируются по характерной скорости на два класса (быстрые и медленные):

- **«Быстрые» устройства** (например, накопители на магнитных дисках) подключаются к селекторным каналам. Такое устройство получает селекторный канал в монопольное использование на все время выполнения операции обмена данными.
- **«Медленные» устройства** подключаются к мультиплексным каналам. Такой канал разделяется (мультиплексируется) между несколькими устройствами, за счет чего возможен одновременный обмен данными с несколькими устройствами.
- Все контроллеры внешних устройств подключаются к «своим» каналам с помощью стандартного интерфейса.

# Контроллер оперативной памяти

- Доступ к оперативной памяти может получить и центральный процессор, и один из каналов. Для управления очередностью доступа имеется контроллер оперативной памяти. Он определяет приоритет доступа при одновременном обращении нескольких устройств к памяти.
- Наименьший приоритет имеет центральный процессор. Среди каналов больший приоритет имеют медленные каналы. Таким образом, приоритет обратно пропорционален частоте обращения устройств к памяти.

# Ускорение обмена данными

- За счет существенного усложнения организации ЭВМ упрощаются операции ввода-вывода данных.
- Для ускорения обмена данными реализованы несколько трактов обмена (процессор — оперативная память и каналы — оперативная память).
- Канал, являясь хотя и специализированным, но все-таки процессором, выполняет свою **канальную программу**.
- О своем состоянии канал информирует процессор с помощью сигнала прерывания.

# Канальная программа

- **Канальная программа** состоит из канальных команд. Длина канальной программы произвольна, но ее последняя команда содержит признак конца.
- Подготовку канальной программы и загрузку ее в оперативную память осуществляет операционная система.
- Адрес начала канальной программы размещается в фиксированной ячейке памяти, называемой словом адреса канала **CAW** (Chanel Adress Word).

**Центральный процессор** для работы с каналами имеет всего несколько команд.

1. Операция обмена данными инициируется ЦП с помощью команды:

***НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД (Start IO (M,N))***

M – номер канала

N – номер устройства

Команда передается во все каналы, но воспринимает ее только канал M.

**Центральный процессор** может проверить состояние канала с помощью команды:

## ***2. ОПРОСИТЬ ВВОД-ВЫВОД (Test IO)***

Если канал занят, то он устанавливает соответствующее состояние своих регистров, и процессор по команде ***(Test IO)*** может выяснить, что запуск канальной программы для обмена данными не состоялся.

# Если канал свободен, то он:

- Во-первых, выбирает из оперативной памяти (из ячейки **CAW**) в свой регистр адрес первой команды **SIO (M,N)**.
- Во-вторых, передает подключенным к нему устройствам команду **SIO (M,N)**. Эта команда запуска ввода-вывода передается всем устройствам, но воспринимает ее только устройство N.
- Если устройство N занято или не готово, в регистрах канала устанавливается соответствующее состояние, и ЦП по команде **TIO** узнает о том, что операция обмена данными не состоялась.
- Если же устройство N свободно и готово к обмену данными, оно устанавливает в интерфейсе сигнал ожидания.

# Внешнее устройство:

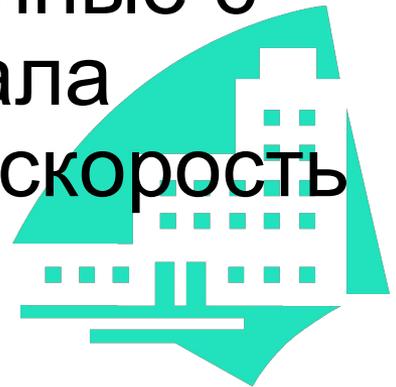
- Получив сигнал ожидания от внешнего *устройства N*, канал выбирает из памяти по адресу **CAW** канальную команду и передает ее в контроллер внешнего устройства N , где она выполняется.
- Канальные команды могут быть *подготовительными* или *командами обмена данными*.
- Подготовительные команды устанавливают режимы работы устройств, осуществляют операции поиска.
- Обменные команды содержат коды операций и адреса оперативной памяти.
- Обмен происходит по асинхронной схеме по инициативе внешнего устройства. Данные извлекаются из оперативной памяти во ВУ или помещаются в нее напрямую, из ВУ, без посредников.

# Сигнал прерывания

- После выполнения команды канал проверяет в выполненной команде признак конца. Если это не последняя команда, меняется адрес **CAW** и выбирается следующая команда. Если команда последняя, канал «привлекает к себе внимание» ЦП с помощью сигнала прерывания.
- По сигналу прерывания запускается обработчик, являющийся частью операционной системы. Обработчик прерываний выполняет операции, завершающие обмен.
- ОС запрашивает состояние регистров канала и выясняет, что именно произошло, и определяет, какие действия необходимо предпринять.

# Преимущества канальной организации

1. В ЭВМ фон Неймана с канальной организацией процессор практически полностью освобождается от рутинной работы по организации ввода-вывода. Управление контроллерами внешних устройств и обмен данными берет на себя канал.
2. Наличие нескольких каналов передачи данных снимает трудности, связанные с блокировкой **единственного** канала (системной шины), что повышает скорость обмена.



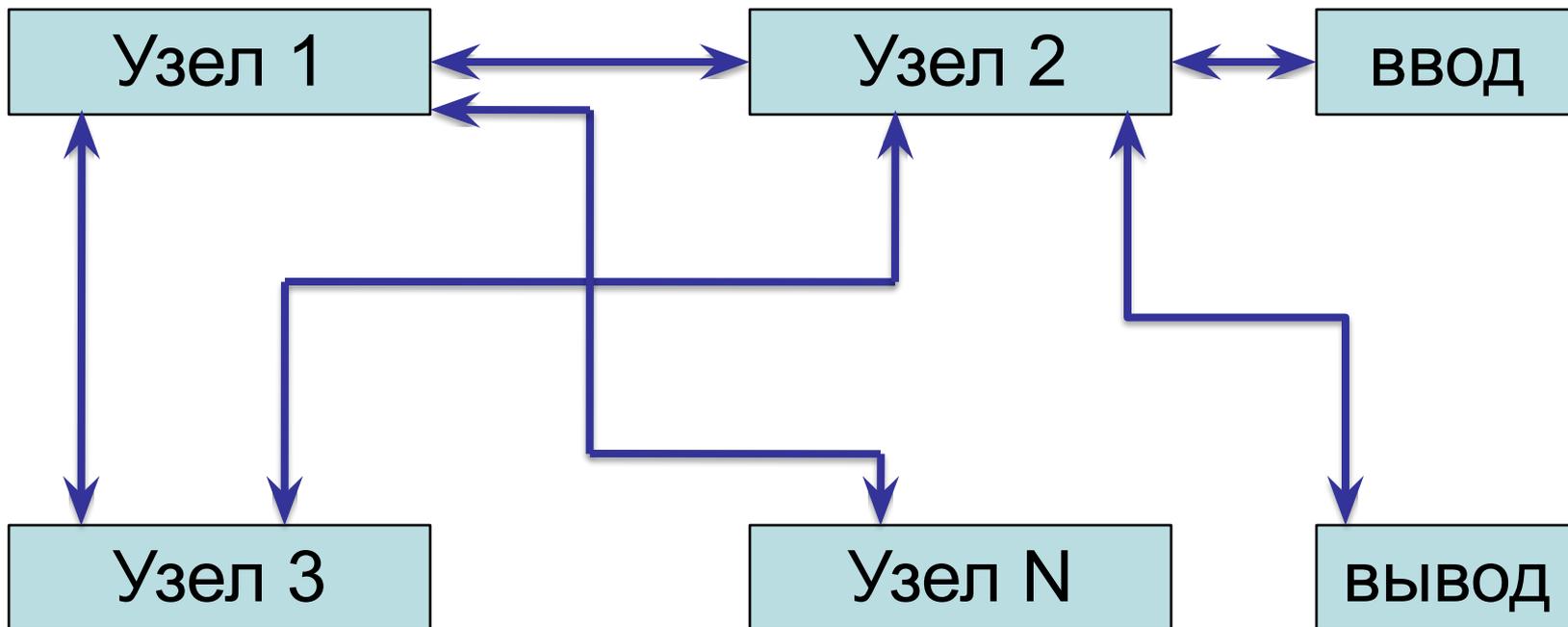
3. Все это дает возможность производить **обмен данными** с внешними устройствами параллельно с **основной вычислительной** работой центрального процессора.
4. В результате общая производительность системы существенно **возрастает**, удорожание схемы **окупается**.



- **Канал как специализированный узел**  
В рассмотренной выше схеме ЭВМ операции обмена данными с внешними устройствами организуются через **специализированный узел** — **канал ввода-вывода**.
- Благодаря этому можно организовать обработку информации параллельно с вводом-выводом.
- В настоящее время схемы со специализированными процессорами ввода-вывода часто встречаются в ЭВМ

# Информационная модель ЭВМ

- ЭВМ можно представить как **совокупность узлов**, соединенных каналом связи.
- По каналам связи информация передается от узла к узлу.
- Узлы соединяют в себе функции хранения или преобразования информации.
- Некоторые узлы могут иметь специальную функцию ввода информации в систему и вывода из нее.



# Информационная модель позволяет определить следующие основные характеристики ЭВМ

## 1. Узлы хранения имеют:

- вместимость — максимальную, среднюю или минимальную;
- скорость выборки;
- разрядность выборки.

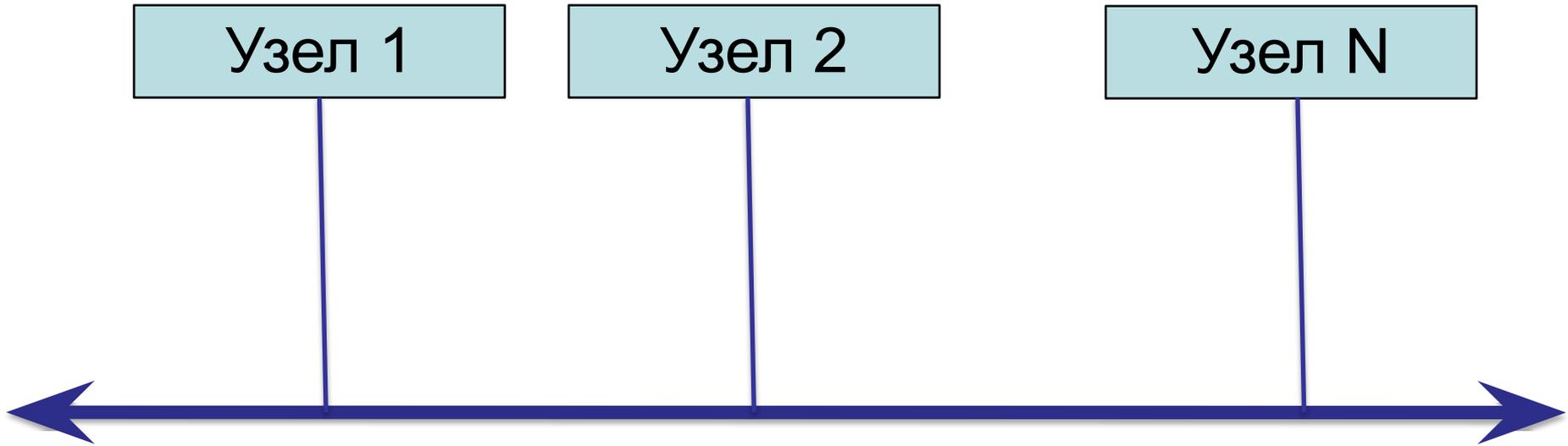
2. Преобразующие узлы имеют скорость преобразования
3. Каналы связи определяются:
  - скоростью передачи информации (пропускная способность);
  - разрядностью передачи.

# Типовые схемы организации ЭВМ

- Показанная выше информационная модель ЭВМ не имеет ограничений на связи между отдельными узлами. Реализовать такую схему весьма сложно.
- Реально существующие системы имеют ряд ограничений на связи и четкое функциональное назначение узлов.
- Из множества возможных соединений выделяются следующие схемы ЭВМ:

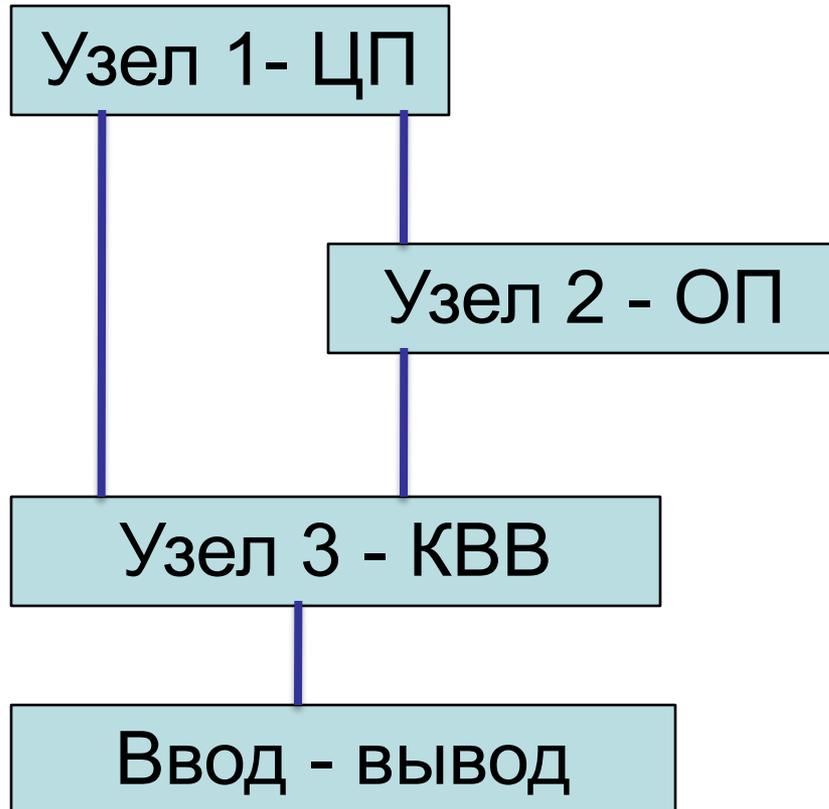
1. ЭВМ с шинной организацией;
2. ЭВМ с канальной организацией
3. ЭВМ с перекрестной коммутацией
4. ЭВМ с конвейерной организацией
5. ЭВМ с распределенными функциями (распределенный интеллект)

# ЭВМ с шинной организацией



Некоторые узлы могут выполнять специфические функции, например процессор, оперативная память, внешние накопители данных. Потoki информации между узлами ограничены возможностями одного канала, эта схема имеет принципиальные ограничения скорости работы.

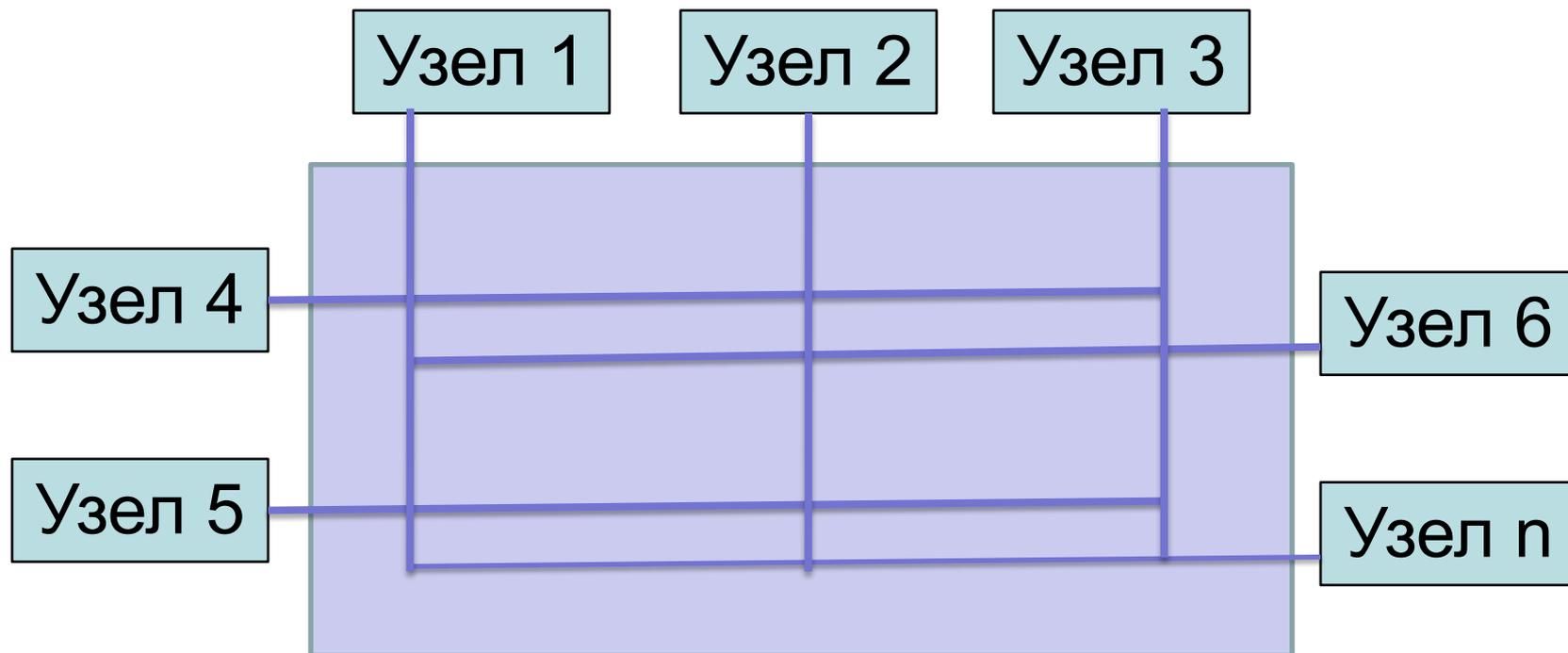
# ЭВМ с каналной организацией



В этой схеме операции обмена данными с внешними устройствами организуются через специализированный узел — канал ввода-вывода.

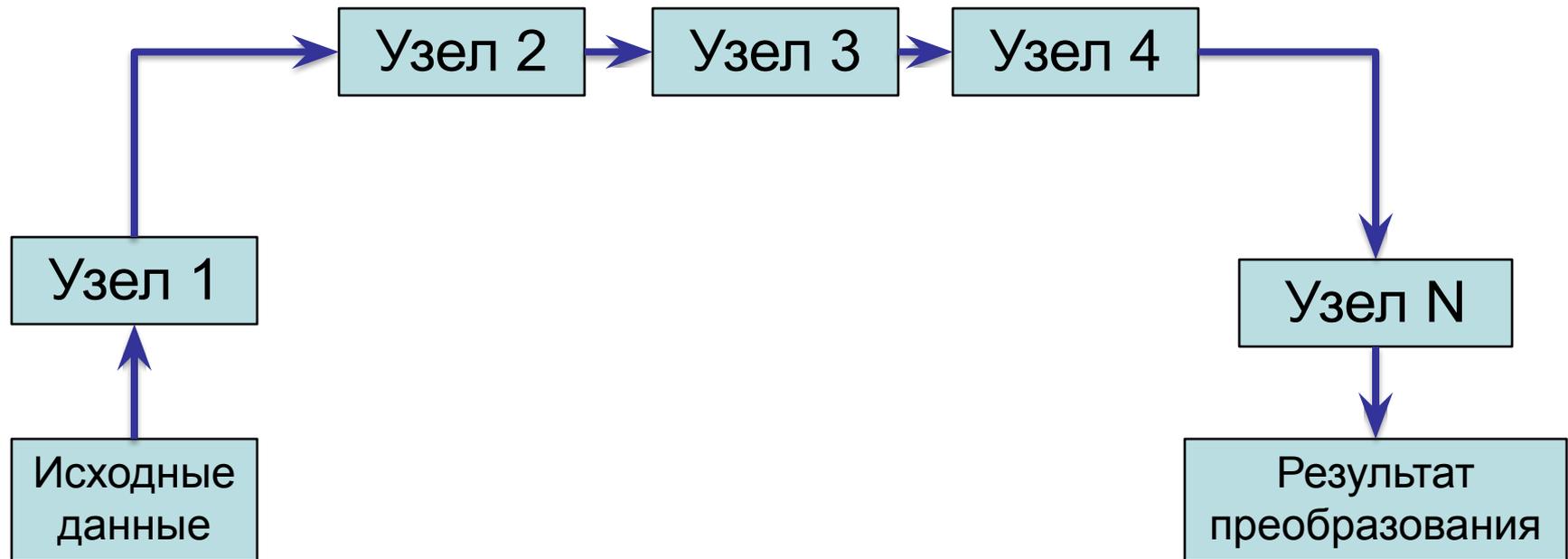
Благодаря этому можно организовать обработку информации параллельно с вводом-выводом.

# ЭВМ с перекрестной коммутацией



Все связи между узлами осуществляются с помощью специального устройства — **коммутирующей матрицы**. Коммутирующая матрица может связывать между собой любую пару узлов, причем таких пар может быть сколько угодно — связи не зависят друг от друга. Возможность одновременной связи нескольких пар устройств позволяет достичь очень высокой производительности комплекса.

# ЭВМ с конвейерной организацией



В этой схеме все обрабатывающее устройство разделяется на последовательно включенные операционные блоки, каждый из которых специализирован на выполнение строго определенной части операции. В результате образуется своего рода конвейер обработки и за счет этого повышается производительность системы

# ЭВМ с распределенными функциями

- **Архитектура с распределенными функциями** являлась основной идеей японского проекта ЭВМ пятого поколения. В настоящее время эта идея осталась нереализованной.
- Суть идеи заключается в том, что обработка информации распределяется по «интеллектуальным» периферийным устройствам.
- Переход от четвертого поколения к ЭВМ пятого поколения намечалось осуществить не за счет существенного изменения элементной базы (как было ранее), а за счет резкого качественного изменения сложности и интеллектуальности различных компонент ЭВМ.

# Пятое поколение ЭВМ

- Если говорить о предыдущих поколениях то первое это ламповые компьютеры (1948 – 1958), второе – транзисторные (1959 – 1967), третье – интегральные схемы (1968 – 1973), четвертое – микропроцессоры (1974 – 1982).
- Но пятое поколение не имеет отношение к данной градации. Пятое поколение компьютеров - это название «плана действий» по развитию IT-индустрии. И не смотря на это, пятое поколение базируется на микропроцессорах, как и четвертое, т.е. у них общая элементная база.

- В соответствии с идеологией развития компьютерных технологий, после 4 поколения, построенного на сверхбольших интегральных схемах, ожидалось создание следующего, 5 поколения, ориентированного на распределенные вычисления, одновременно считалось, что пятое поколение станет базой для создания устройств, способных к имитации мышления.
- Широкомасштабная правительственная программа в Японии по развитию компьютерной индустрии и искусственного интеллекта была предпринята в 1980-е годы. Целью программы было создание «эпохального компьютера» с производительностью суперкомпьютера и мощными функциями искусственного интеллекта. Начало разработок — 1982, конец разработок — 1992, стоимость разработок порядка 500 млн \$. Программа закончилась провалом, так как не опиралась на четкие научные методики, более того, даже её промежуточные цели оказались недостижимы в технологическом плане.
- В настоящий момент термин «пятое поколение» является неопределенным и применяется во многих смыслах, например, при описании систем облачных вычислений (весь текст на этом слайде – это материал из Википедии).

# Технология микропроцессоров...

- Технология микропроцессоров уже приближается к фундаментальным ограничениям. Есть знаменитый закон Мура, описывающий скорость роста производительности процессоров: число транзисторов на кристалле интегральной схемы удваивается каждые два года. Сейчас этот закон уже не совсем выполняется — число транзисторов удваивается раз в 2,5 года, т.е. в последние 20 лет закон Мура не выполнялся.
- Так или иначе, производительность традиционных процессоров не может расти до бесконечности. Следуя закону Мура, к 2020 году размеры транзистора должны уменьшиться до четырех-пяти атомов. Рассматриваются многие альтернативы, но, если они не будут реализованы в массовом производстве, закон Мура перестанет работать. Если в начале нового столетия рост производительности микропроцессоров прекратится, в вычислительной технике наступит стагнация. Но возможно, и то, что вместо этого произойдет технологический скачок с тысячекратным увеличением мощности компьютеров.

# Технологический скачок

- К технологиям, способным экспоненциально увеличивать обрабатываемую мощность компьютеров, следует отнести молекулярные или атомные технологии; технологии ДНК и других биологических материалов; трехмерные, векторные технологии; технологии, основанные на фотонах вместо электронов; и наконец, **квантовые технологии**, в которых используются элементарные частицы. Если на каком-нибудь из этих направлений удастся добиться успеха, то компьютеры могут стать вездесущими. А если таких успешных направлений будет несколько, то они распределятся по разным нишам. Например, квантовые компьютеры будут специализироваться на шифровании и поиске в крупных массивах данных, молекулярные - на управлении производственными процессами и микромашинами, а оптические - на средствах связи.

# Что такое квантовый компьютер?

Обычный компьютер — это универсальное вычислительное устройство, которое можно программировать, а затем выполнять с его помощью любые последовательности классических операций. Как в основе классических вычислителей лежат операции с битами, так в случае с квантовыми компьютерами объектом операций становятся квантовые биты, или кубиты.

При измерении бита мы всегда получим один и тот же результат — «ноль» или «единицу». Измерение одинаково приготовленных кубитов будет с некоторой вероятностью давать и «ноль», и «единицу» — до измерения кубит будет одновременно и «нулем» и «единицей». Как говорят физики — он будет в суперпозиции двух состояний. Оказывается, такая необычная единица данных позволяет упростить решение многих вычислительных задач, в особенности, связанных с перебором. Зато такие задачи, как сложение двух натуральных чисел (например,  $2+2$ ), для квантового компьютера оказываются совсем не тривиальными.

- <https://nplus1.ru/material/2017/06/07/quantumcomputers>

-

# Суперпозиция порядка вычислений

- Есть еще несколько примеров, связанных с перебором, которые быстро решаются с помощью квантовых алгоритмов. Основной прирост производительности в таких задачах связан именно с существованием кубитов в суперпозиции состояний. Интересно, что в ряде случаев в алгоритм можно вводить суперпозицию порядка вычислений. То есть, например, одновременно проводить над числом умножение, а потом возведение в степень, и возведение в степень, а потом умножение. Такие операции позволяют выяснить за одно действие, есть ли разница между порядком выполнения двух операций (А, затем В, и В, затем А).

# Современное состояние КК

- Сейчас квантовые компьютеры находятся лишь на первых стадиях своего развития — даже многократный прирост производительности из-за использования квантовых алгоритмов не позволяет им надежно превзойти обычные компьютеры. Дело не только в кубитах. Для надежной работы квантового компьютера требуется очень низкий уровень ошибок. Эти ошибки возникают из-за декогеренции (распада суперпозиции), или из-за взаимодействия кубитов друг с другом. Из-за этих процессов очень сложно наращивать число кубитов
- Универсальные квантовые компьютеры, которые можно сравнивать с классическими микропроцессорными компьютерами, должны использовать не менее 50 кубитов.
- Подробнее:  
[http://www.cnews.ru/news/top/2018-06-01\\_odobreno\\_sozdanie\\_pervogo\\_rossijskogo\\_50kubitnogo](http://www.cnews.ru/news/top/2018-06-01_odobreno_sozdanie_pervogo_rossijskogo_50kubitnogo)

# Создание 50-ти кубитных КК

- В ноябре 2017 года корпорация IBM объявила о создании прототипа 50-кубитного квантового компьютера. Известно, что в этом компьютере 50 сверхпроводниковых кубитов и время, в течение которого можно производить вычисления, достигло 90 микросекунд, что почти в два раза больше, чем у предыдущей модели.
- В России проект технического задания на создание отечественного 50-кубитного квантового компьютера впервые был представлен в начале апреля 2018 г. В период до 2021 г. в России будут созданы прототипы 50-кубитных квантовых компьютеров на основе нейтральных атомов и интегральных оптических схем отечественной разработки. также предполагается параллельная разработка алгоритмов для решения прикладных задач на квантовых компьютерах, в том числе, в области прогнозирования погоды и криптозащиты.

# Создание многокубитных КК

- Считается, что квантовый компьютер с регистром из 50 полносвязных кубитов сможет продемонстрировать превосходство над классическими вычислительными системами.
- Решение практически значимых задач требует реализации регистра из 500-2000 полносвязных кубитов, при этом точность операций с кубитами должна превосходить 99,999%.
- Методы квантовых вычислений потенциально обеспечивают радикальное ускорение решения ряда практических задач при моделировании свойств веществ, разработке материалов с заданными свойствами, расчете кинетики химических реакций, разработке новых лекарственных препаратов, оптимизации машинного обучения, поиске в неструктурированных базах данных, криптографическом анализе.
- [http://www.cnews.ru/news/top/2018-06-01\\_odobreno\\_sozdanie\\_pervogo\\_rossijskogo\\_50kubitnogo](http://www.cnews.ru/news/top/2018-06-01_odobreno_sozdanie_pervogo_rossijskogo_50kubitnogo)