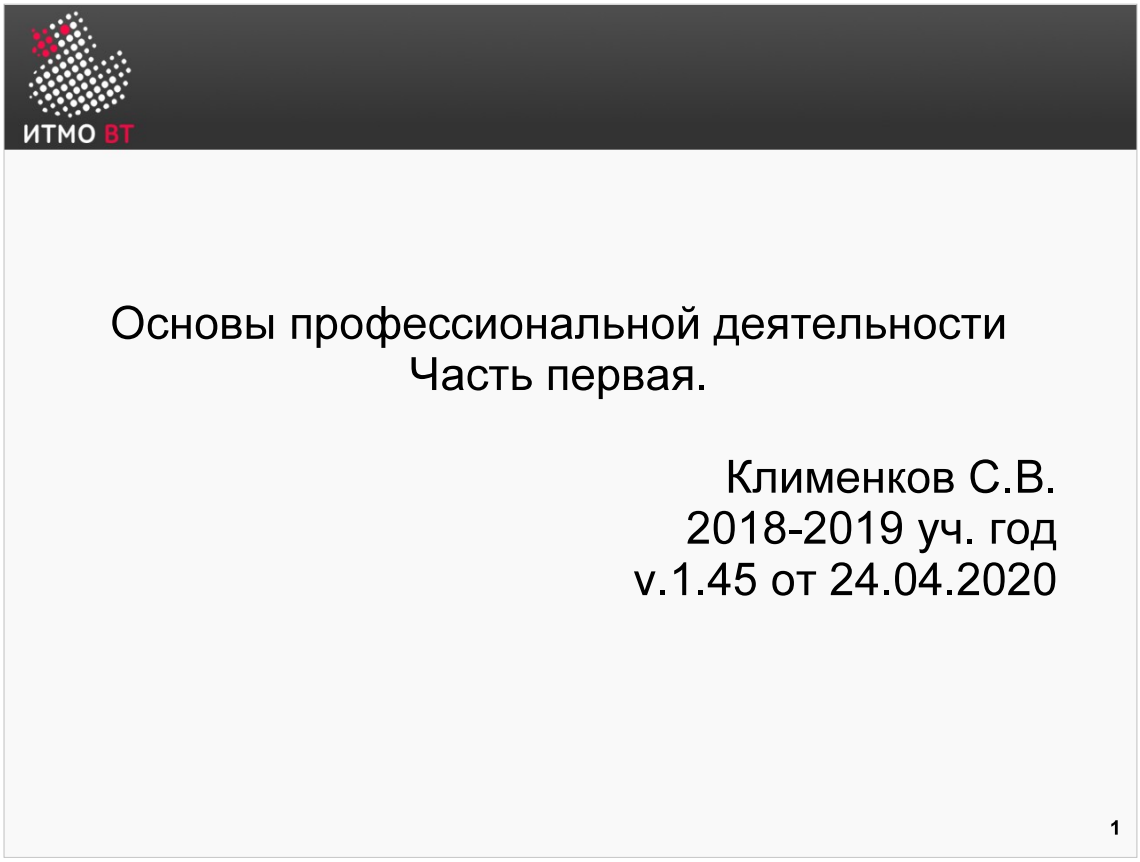


В разработке данного конспекта приняли непосредственное участие: Хорошева Виктория Валерьевна, Барышок Евгений Сергеевич, Ткешелашвили Нино Мерабиевна, Афанасьев Дмитрий Борисович, Киреев Валерий Юрьевич, Цопа Евгений Алексеевич, Яркеев Александр Сергеевич и др. Автор выражает им свою глубокую признательность.

Литература

- Введение в микроЭВМ / С. А. Майоров, В. В. Кириллов, А. А. Приблуда. — Л. Машиностроение, 1988. — 304 с. ISBN 5-217-00180-1
- Кириллов В.В. Архитектура базовой ЭВМ — СПб: СпбГУ ИТМО, 2010. - 144с.
- Онлайн-ресурсы
  https://se.ifmo.ru/disciplines/csbasics
  - Методические указания к лабораторным работам
  - Генераторы вариантов
  - Эмулятор "базовой ЭВМ"
- Дополнительная литература ОЦ

2

Основным источником информации по курсу является конспект лекций на основе презентации, методические указания к лабораторным работам (электронная, выложена и периодически обновляется на сайте. Две лабораторные работы этого семестра делаются в соответствие с требованиями, указанные этой методичке. Учебник (в библиотеке или на онлайн-ресурсе) используйте для получения дополнительной информации.

В учебнике есть опечатки. Информация о дополнительных заданиях, изменении в расписании и другие организационные вопросы, все транслируется на сайте и дублируется в Вконтакте. ВК меня можно найти по id serge_klimenkov.Так же будут организованы консультационные занятия, куда вы сможете приходить и задавать свои вопросы по учебе.

Для различных частей курса может потребоваться дополнительная литература, для части, посвященной архитектуре ЭВМ можно использовать учебник Таненбаума, которая является достаточно большой и полезной книжкой по архитектуре ЭВМ, вам точно потребуется на старших курсах. Другая необходимая дополнительная литература будет названа на соответствующих лекциях.

БАРС

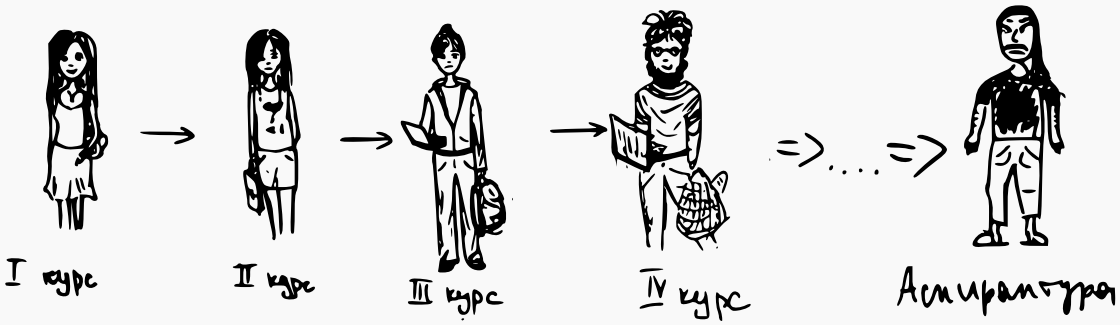
- Отличается от ЦДО (http://de.ifmo.ru)
- Используем журнал в Google Documents

Задания	Кол-во Сем. 1	Кол-во Сем. 2	Баллы Мин.	Баллы Макс.
Лабораторные работы	**2**	**4**+1	?	?
Текущее тестирование	2	2	?	?
Рубежи	**2**	**2**	6	10
Личностные качества	2	2	0	3
Зачет/Экзамен	**Зачет**	**Зкзамен**	12	20

3

Кем можно стать после окончания ПИиКТ?

1

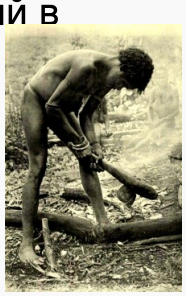


Эволюция девочки с ВТ (С) Локальный мем

4

Немного формальностей. Что значит «работать»?

- *Вид профессиональной деятельности* - совокупность обобщенных трудовых функций, имеющих близкий характер, результаты и условия труда;
- *Обобщенная трудовая функция* - совокупность связанных между собой трудовых функций, сложившаяся в результате разделения труда в конкретном производственном или (бизнес) процессе;
- *Трудовая функция* - система трудовых действий в рамках обобщенной трудовой функции;
- *Трудовое действие* - процесс взаимодействия работника с предметом труда, при котором достигается определенная задача.



Вид профессиональной деятельности — это обобщенное описание того, чем вы будете заниматься, поступив на свою будущую работу. С точки зрения государственных органов Российской Федерации (таких, как министерство образования и науки, министерства труда и социальной защиты) все профессии достаточно строго регламентированы и описаны, что позволяет работодателям и образовательным организациям установить, что необходимо первым и кого необходимо готовить вторым. Государство постепенно подводит к тому, что определенным видом профессиональной деятельности может заниматься только те сотрудники, которые прошли соответствующую подготовку и сдали необходимые квалификационные испытания. Вид профессиональной деятельности состоит из обобщенных трудовых функций — совокупности конкретной деятельности сотрудника на его рабочем месте, позволяющих достичь основной цели работодателя. В современном мире — основной целью обычно является извлечения прибыли, без которой ни одна коммерческая компания не может существовать. Обобщенные трудовые функции детально специфицируют конкретные трудовые функции, задачи и трудовые действия, которые работник должен выполнять на своем рабочем месте.

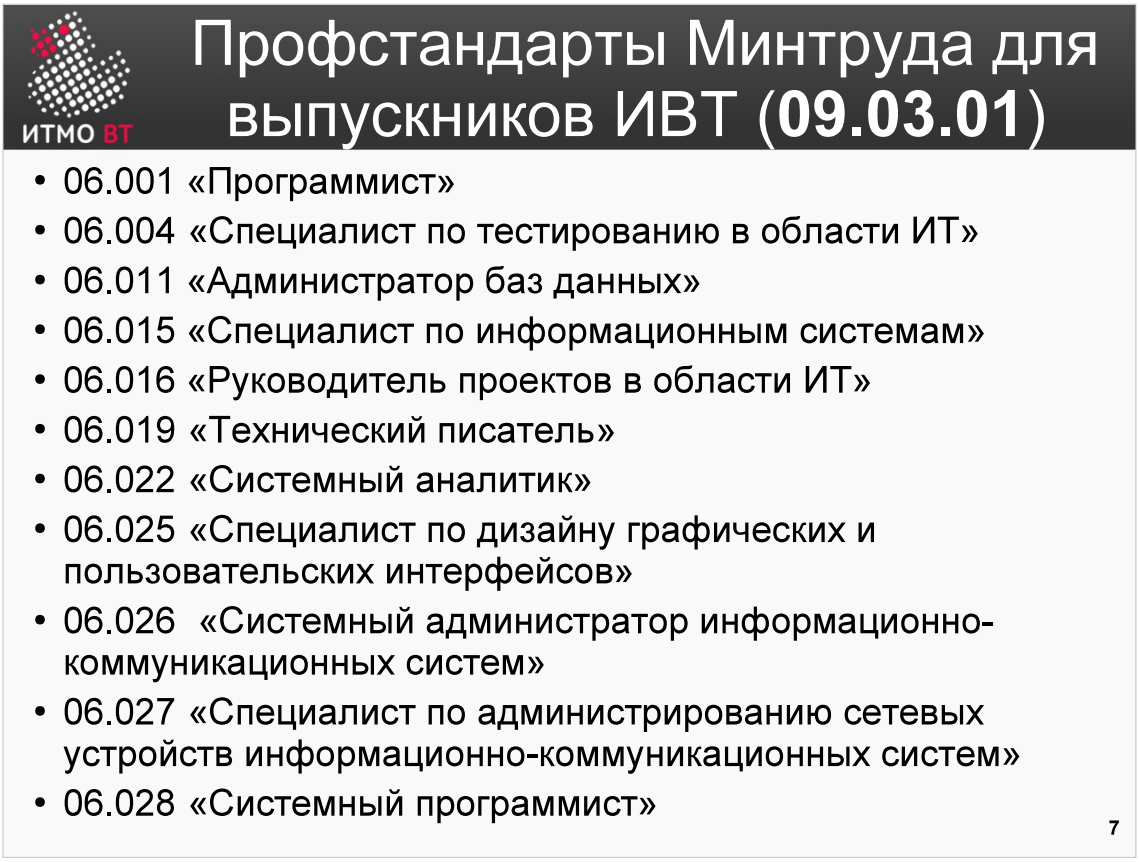
Например, первобытный человек изобрел каменный топор для выполнения нескольких трудовых действий — рубить дерево, добыть животное как средство пропитания. Соответственно, с точки зрения его занятости, его вид профессиональной деятельности может быть описан как плотник или охотник.

Обобщенные трудовые функции охотника в таком случае могут быть описаны как поиск и выслеживание дичи, добыча дичи, транспортировка объектов охоты к жилищу, обработка результатов охоты. Для обобщенной трудовой функции «добыча дичи» могут быть определены трудовые функции, такие как — поиск и выбор подходящих путей миграции дичи, подготовка ловушек, устройство засады, ожидание и пр. Соответственно, использование каменного топора, является лишь одним из многих трудовых действий, которые определены для профессии «охотник».

Мы поговорим с вами о профессиях, где основным средством труда является компьютер, и другие устройства, с ним связанные.

Направления подготовки бакалавриата

- 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
  - ВТ
- 09.03.04 Программная инженерия
  - ВТ, ИПМ, ГТ, КОТ
- 44.03.04 Профессиональное обучение
  - ГТ


ИТМО ВТ
Профстандарты Минтруда для выпускников ИВТ (09.03.01)
• 06.001 «Программист»
• 06.004 «Специалист по тестированию в области ИТ»
• 06.011 «Администратор баз данных»
• 06.015 «Специалист по информационным системам»
• 06.016 «Руководитель проектов в области ИТ»
• 06.019 «Технический писатель»
• 06.022 «Системный аналитик»
• 06.025 «Специалист по дизайну графических и пользовательских интерфейсов»
• 06.026 «Системный администратор информационно-коммуникационных систем»
• 06.027 «Специалист по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем»
• 06.028 «Системный программист»
7

Профстандарты Минтруда для выпускников ПИ (**09.03.04**)

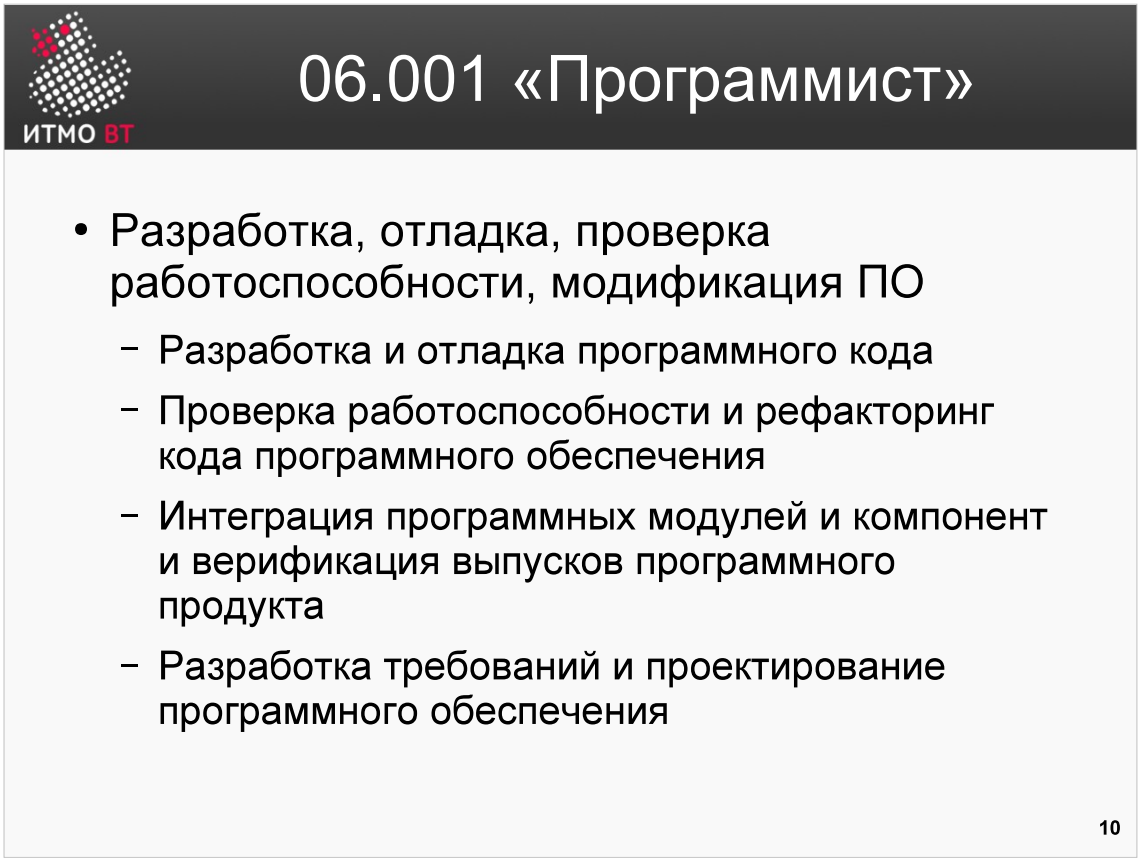
- 06.001 «Программист»
- 06.004 «Специалист по тестированию в области ИТ»
- 06.022 «Системный аналитик»
- 06.028 «Системный программист»

8

Профстандарты Минтруда для выпускников ПО (**44.03.04**)

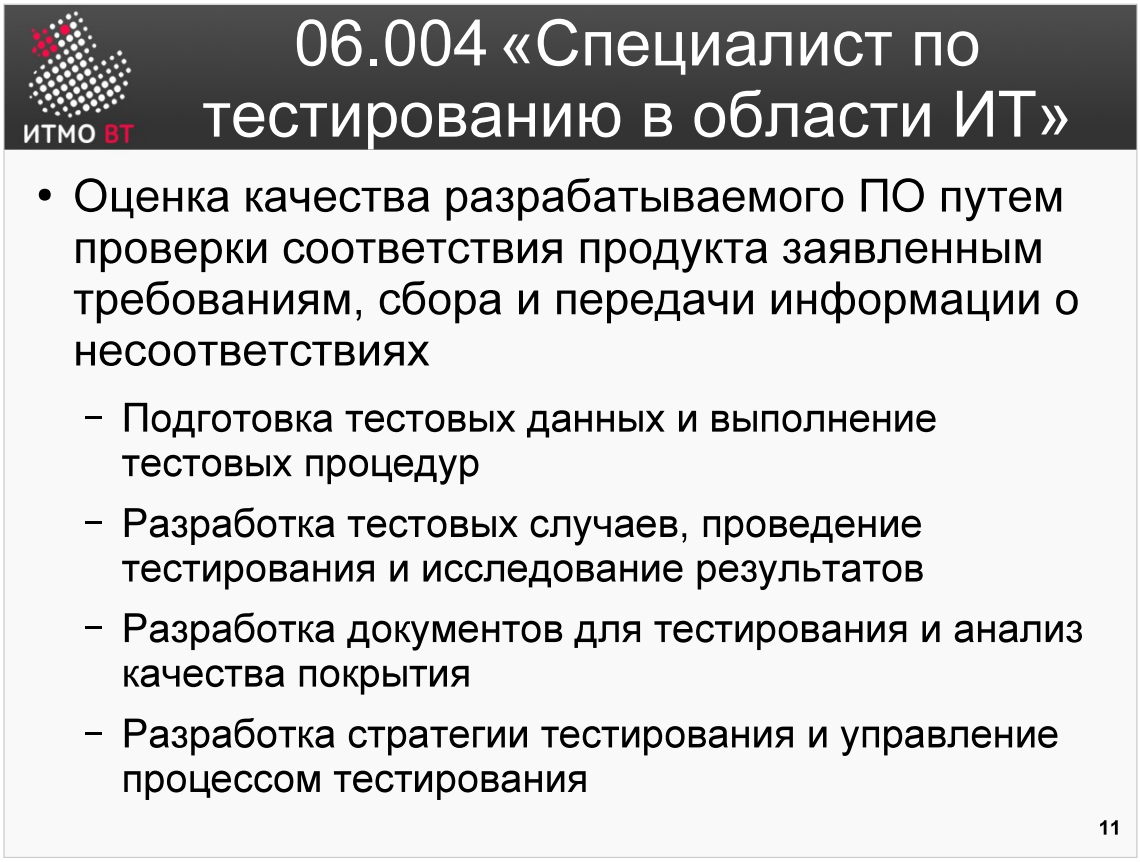
- 01.003 «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»
- 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»

9



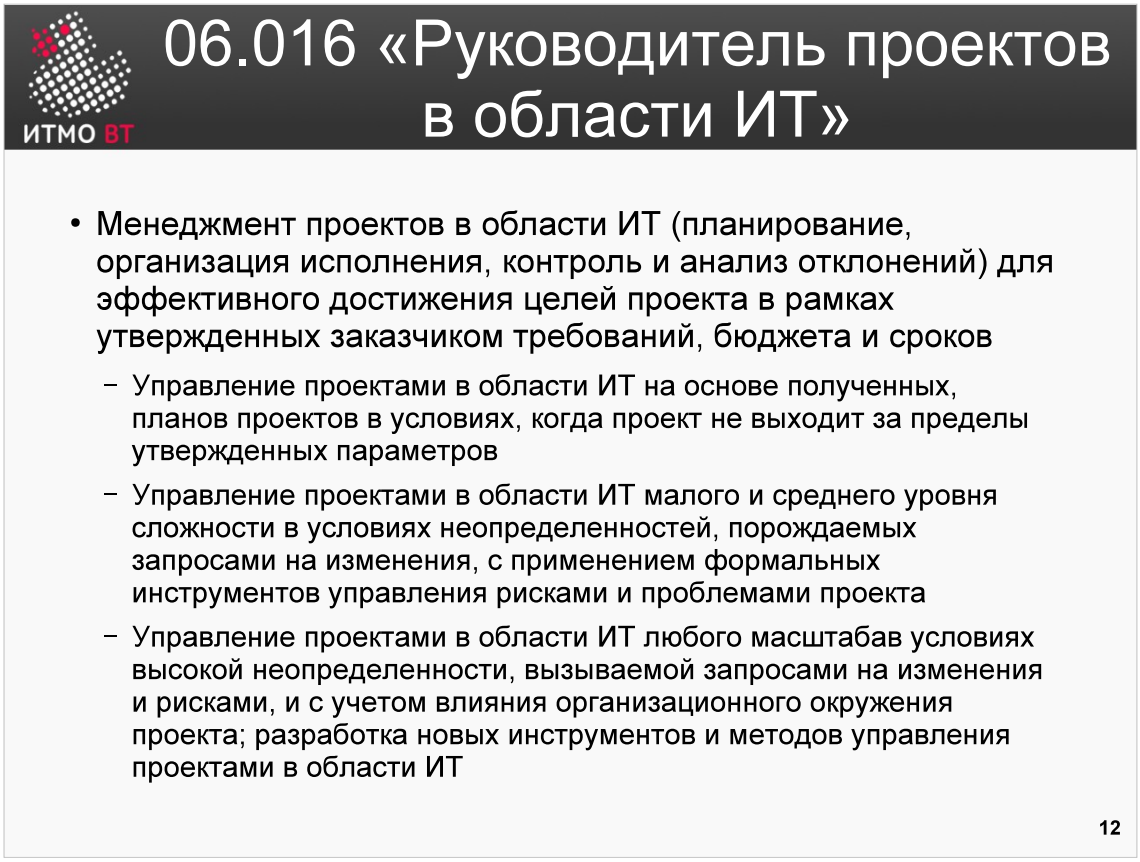
Основная цель вида профессиональной деятельности: Разработка, отладка, проверка работоспособности, модификация программного обеспечения. Обобщенные трудовые функции для данного вида деятельности включают в себя следующие трудовые функции:

- Разработка и отладка программного кода (формализация и алгоритмизация поставленных задач; написание программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными; оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями; работа с системой контроля версий; проверка и отладка программного кода)
- Проверка работоспособности и рефакторинг кода программного обеспечения (разработка процедур проверки работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения; разработка тестовых наборов данных; проверка работоспособности программного обеспечения; рефакторинг и оптимизация программного кода; исправление дефектов, зафиксированных в базе данных дефектов)
- Интеграция программных модулей и компонент и верификация выпусков программного продукта (разработка процедур интеграции программных модулей; Осуществление интеграции программных модулей и компонент и верификации выпусков программного продукта)
- Разработка требований и проектирование программного обеспечения (анализ требований к программному обеспечению; разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие; проектирование программного обеспечения)



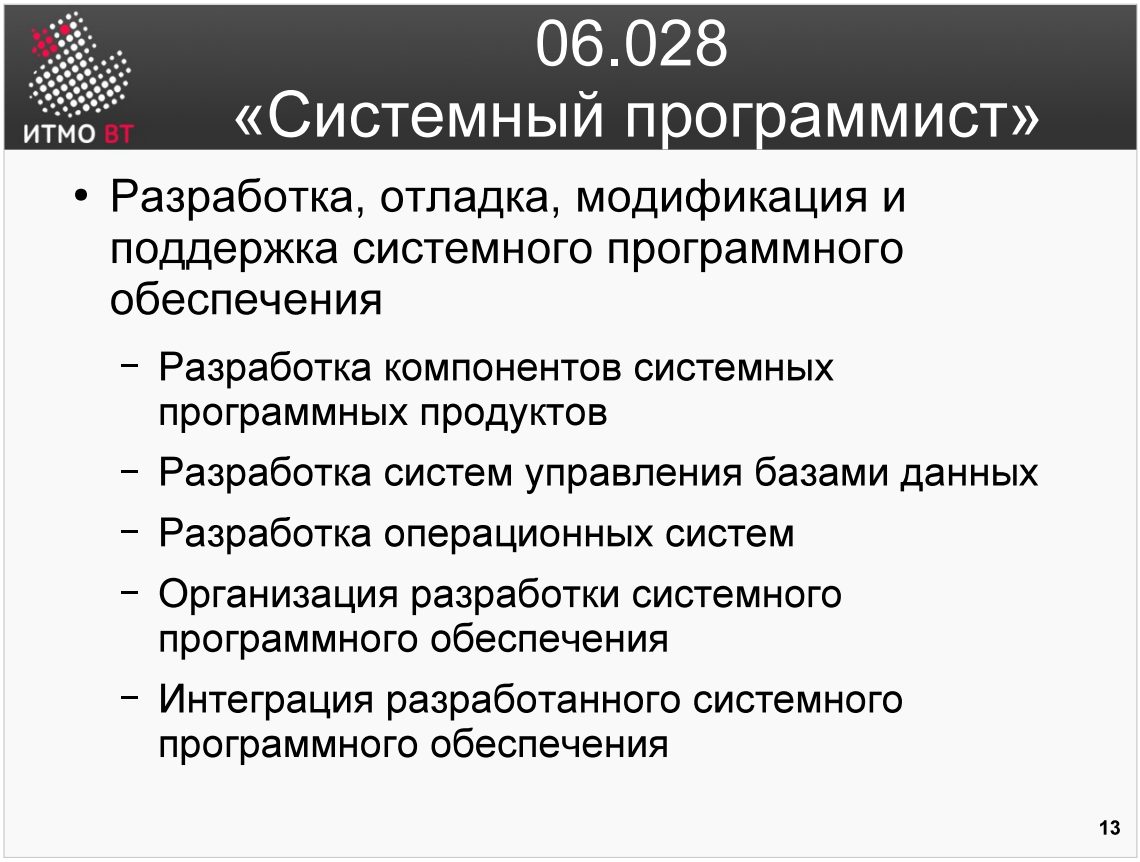
Основная цель вида профессиональной деятельности: оценка качества разрабатываемого ПО путем проверки соответствия продукта заявленным требованиям, сбора и передачи информации о несоответствиях. Обобщенные трудовые функции для данного вида деятельности включают в себя следующие трудовые функции:

- Подготовка тестовых данных и выполнение тестовых процедур (подготовка выполнения рабочего задания; подготовка тестовых данных в соответствии с рабочим заданием; выполнение процесса тестирования; регистрация дефектов в системе контроля (базах данных); тестирование сопроводительной документации на соответствие требованиям заказчика).
- Разработка тестовых случаев, проведение тестирования и исследование результатов (определение и описание тестовых случаев, включая разработку автотестов; проведение тестирования по разработанным тестовым случаям; восстановление тестов после сбоев, повлекших за собой нарушение работы системы; анализ результатов тестирования; проверка исправленных дефектов в порядке их приоритета; предоставление результатов тестирования руководителю группы (отдела) тестировщиков; деятельность по обучению младших тестировщиков)
- Разработка документов для тестирования и анализ качества покрытия (оценка требований исходной документации; определение требований к тестам; разработка тестовых документов, включая план тестирования; оценка тестов; подбор персонала совместно с руководителем подразделения и специалистом соответствующей службы; проведение обучения тестировщиков)
- Разработка стратегии тестирования и управление процессом тестирования (выявление приоритетных функций для покрытия тестирования; утверждение с аналитиком (и/или руководителем проекта) требований заказчика; формирование и утверждение стратегии тестирования; организация рабочего процесса команды специалистов по тестированию (включая оценку трудозатрат); мониторинг работ и информирование о ходе работ заинтересованных лиц; проведение интервью, оценка технических знаний кандидата на замещение вакансии)



Всего профстандарт включает в себя более 150 трудовых функций. К ним относятся:

- Идентификация конфигурации, ведение отчетности по статусу конфигурации, аудит конфигураций, организация репозитория проекта в области ИТ, управление выпуском и поставкой информационной системы.
- Планирование управления, проверка реализации, анализ и согласование запросов на изменение.
- Планирование управления, организация, мониторинг выполнения, заключения договоров, организация заключения дополнительных соглашений, закрытие договоров в проектах.
- Организационное и методологическое обеспечение регистрации запросов заказчика, регистрация обработка и закрытие запросов заказчика.
- Планирование управления, согласование и утверждение, управление распространением, хранением и контролем документации.
- Планирование управления и привлечение (набор) персонала. Командообразование, управление эффективностью и развитие команды.
- Подготовка предложений по новым инструментам и методам управления проектами, повышения их эффективности, развитие офиса управления проектами в организации.
- Сбор информации для инициации проекта, планирование, организация исполнения работ, мониторинг и управление работами, общее управление изменениями, завершение проекта.
- Планирование, подготовка к выбору и выбор поставщиков, исполнение и закрытие закупок.
- Планирование, обеспечение и контроль качества в проектах в области ИТ.
- Организация приемо-сдаточных испытаний.
- Планирование выявления требований, организация и управление выполнением работ по выявлению требований.
- Организация выполнения анализа, управление анализом, согласование и утверждение требований в соответствии с полученными планами.
- Принятие и реализация мер по неразглашению информации, полученной от заказчика.
- Принятие мер для своевременного финансирования проектов, планирование субподряда, подбор субподрядчиков, управление исполнением субподрядных работ.
- …..



Основной целью вида деятельности является разработка, отладка, модификация и поддержка системного программного обеспечения. Эта деятельность включает в себя:

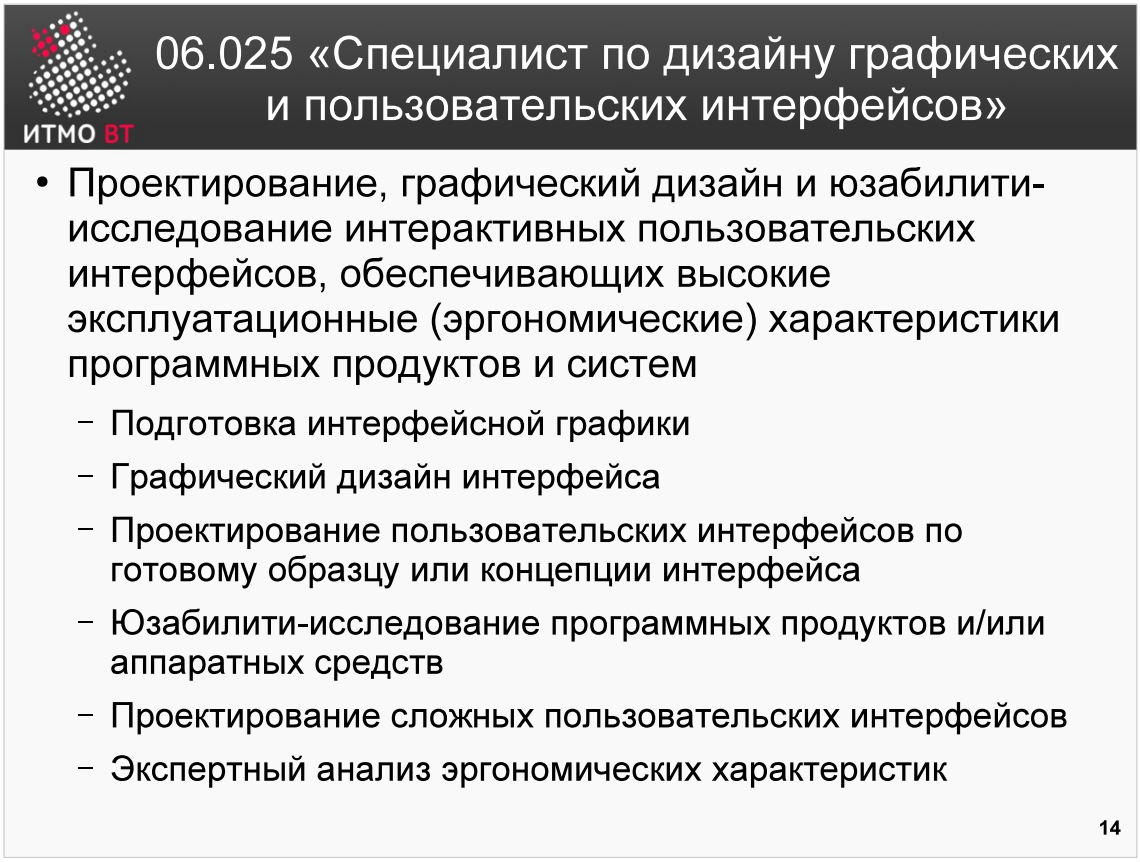
- Разработка компонентов системных программных продуктов (разработка драйверов устройств; разработка компиляторов, загрузчиков, сборщиков; разработка системных утилит; создание инструментальных средств программирования).

- Разработка систем управления базами данных (Разработка и отладка компонентов системы управления базами данных; документирование и сопровождение разрабатываемой системы управления базами данных и ее компонентов)

- Разработка операционных систем ((формирование требований, разработка архитектуры, написание компонентов и контроль соблюдения архитектуры в процессе написания операционной системы; отладка разрабатываемых компонентов операционной системы; документирование и сопровождение разрабатываемой операционной системы).

- Организация разработки системного программного обеспечения (планирование разработки системного программного обеспечения;формирование группы программистов, организация работы и контроль группы программистов для разработки системного программного обеспечения; предоставление заказчику результатов разработки системного программного обеспечения).

- Интеграция разработанного системного программного обеспечения (включая планирование интеграции разработанного системного программного обеспечения).



Основная цель вида профессиональной деятельности: проектирование, графический дизайн и юзабилити-исследование интерактивных пользовательских интерфейсов, обеспечивающих высокие эксплуатационные (эргономические) характеристики программных продуктов и систем. Включает в себя следующие трудовые функции:

- Подготовка интерфейсной графики (графический дизайн по ранее определенному визуальному стилю; подготовка графических материалов для включения в интерфейс).

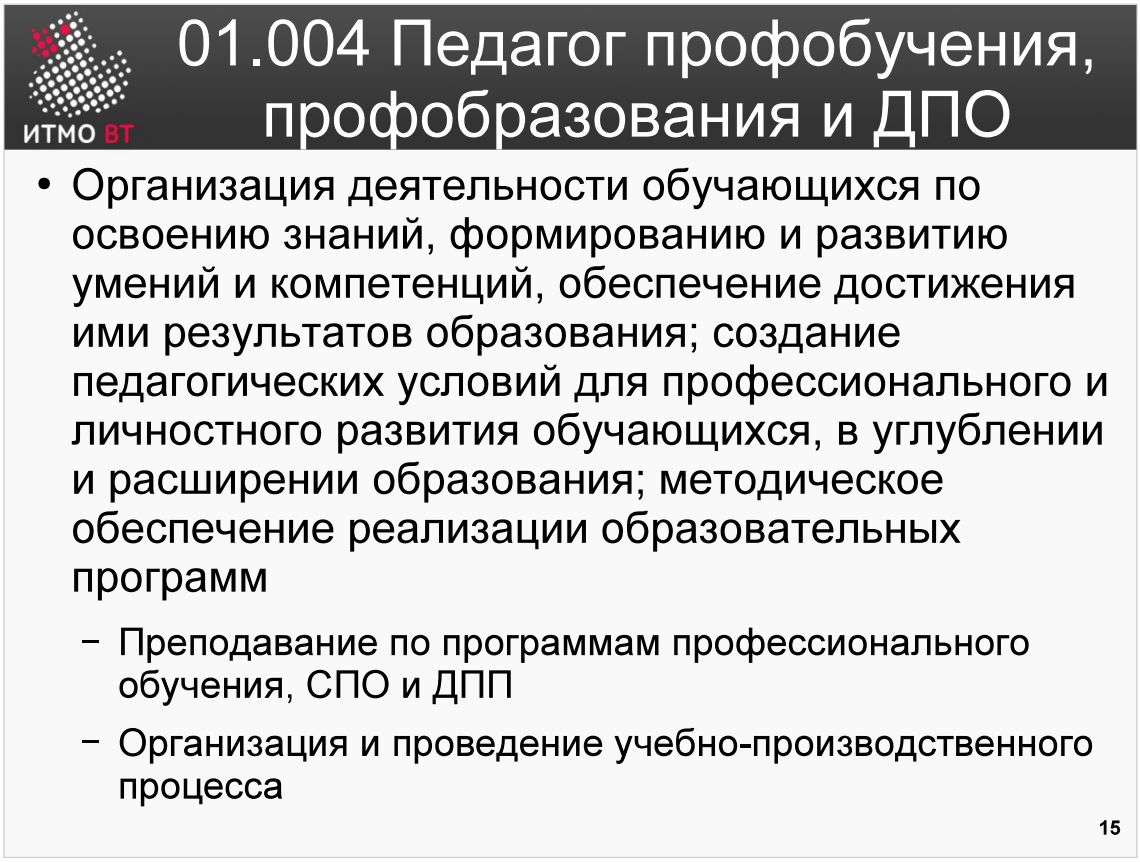
- Графический дизайн интерфейса (создание визуального стиля интерфейса; создание стилевых руководств к интерфейсу; визуализация данных).

- Проектирование пользовательских интерфейсов по готовому образцу или концепции интерфейса (проектирование интерфейса по концепции или по образцу уже спроектированной части интерфейса; формальная оценка интерфейса; фнализ обратной связи о пользовательском интерфейсе продукта).

- Юзабилити-исследование программных продуктов и/или аппаратных средств (формирование выборки респондентов (участников юзабилити-исследования или иного эргономического тестирования интерфейса); планирование и проведение, сбор данных и анализ юзабилити-исследования).

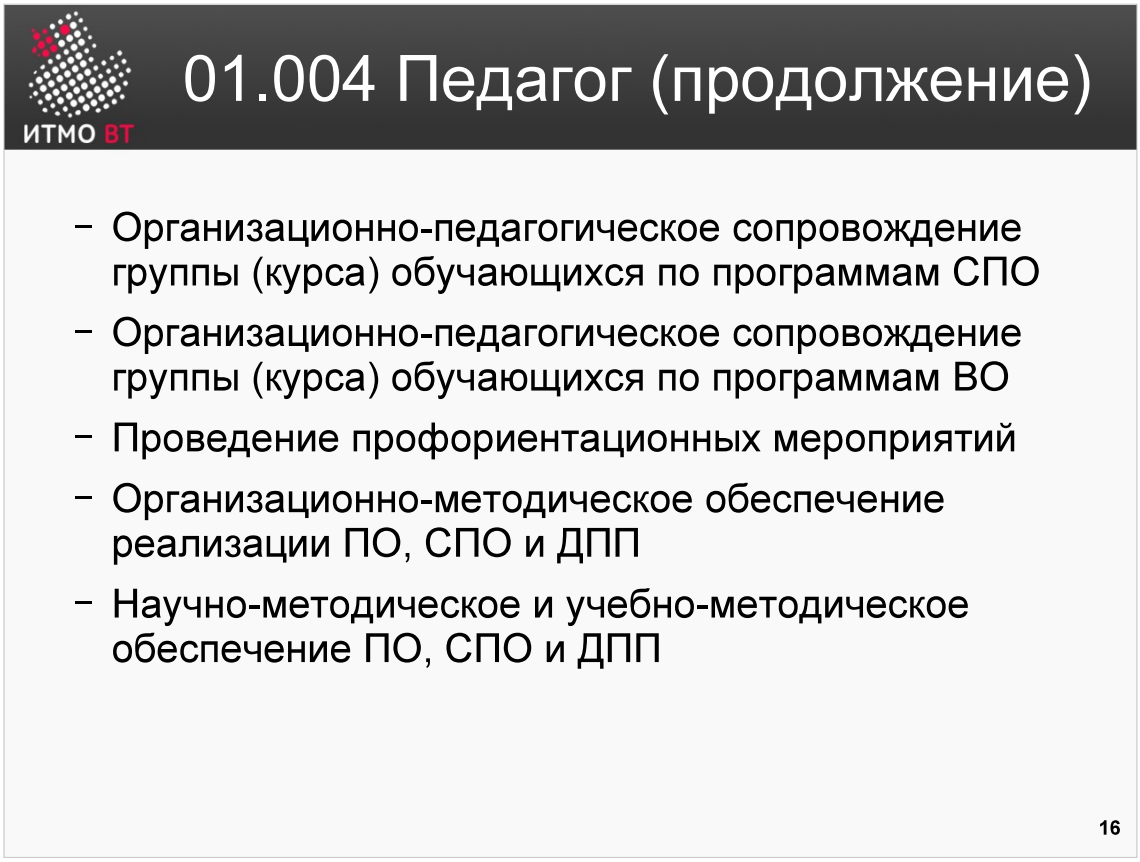
- Проектирование сложных пользовательских интерфейсов (разработка проектной документации по проектированию интерфейсов; создание формальных методик оценки интерфейса; концептуальное проектирование интерфейса; создание структурных руководств по проектированию интерфейса и продуктовых стандартов на пользовательский интерфейс).

- Экспертный анализ эргономических характеристик программных продуктов и/или аппаратных средств (анализ программных продуктов на предмет соответствия задачам пользователей; разработка рекомендаций по оптимизации интерфейсных решений; определение возможных вариантов интерфейсных решений, наилучшим образом соответствующих задачам пользователей).

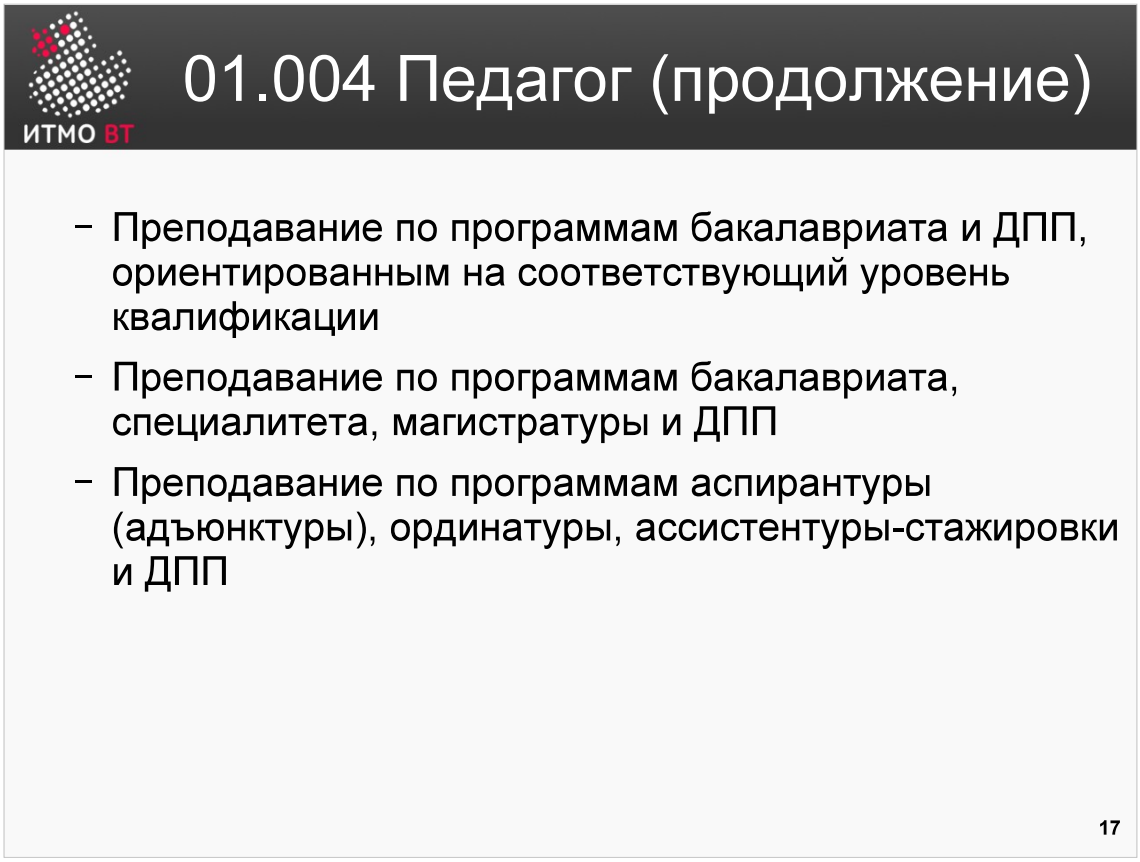


Вид профессиональной деятельности: организация деятельности обучающихся по освоению знаний, формированию и развитию умений и компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность, обеспечение достижения ими нормативно установленных результатов образования; создание педагогических условий для профессионального и личностного развития обучающихся, удовлетворения потребностей в углублении и расширении образования; методическое обеспечение реализации образовательных программ. Включает в себя следующие обобщенные трудовые функци (трудовые функции):

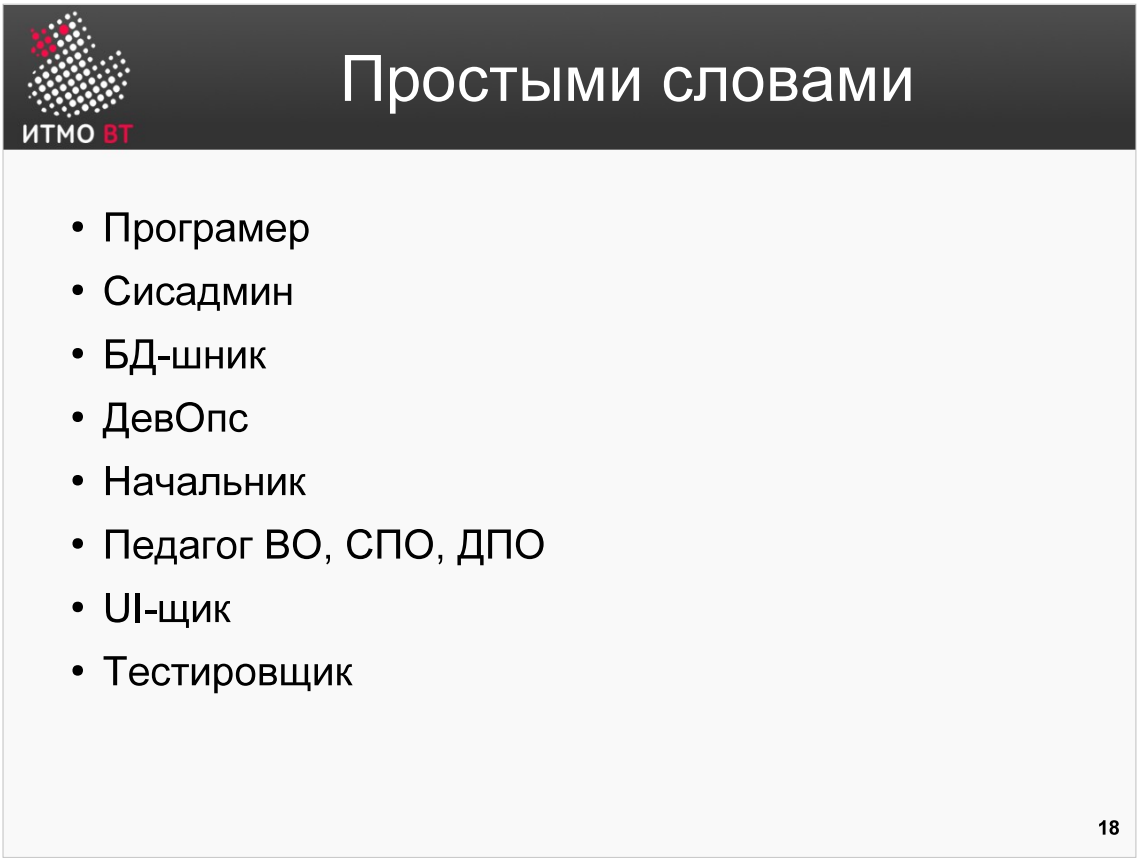
- Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации (организация учебной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей); педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы в процессе промежуточной и итоговой аттестации; разработка программно-методического обеспечения)
- Организация и проведение учебно-производственного процесса при реализации образовательных программ различного уровня и направленности (организация учебно-производственной деятельности обучающихся по освоению программ профессионального обучения и(или) программ подготовки квалифицированных рабочих, служащих; педагогический контроль и оценка освоения квалификации процессе учебно-производственной деятельности обучающихся; разработка программно-методического обеспечения учебно-производственного процесса)

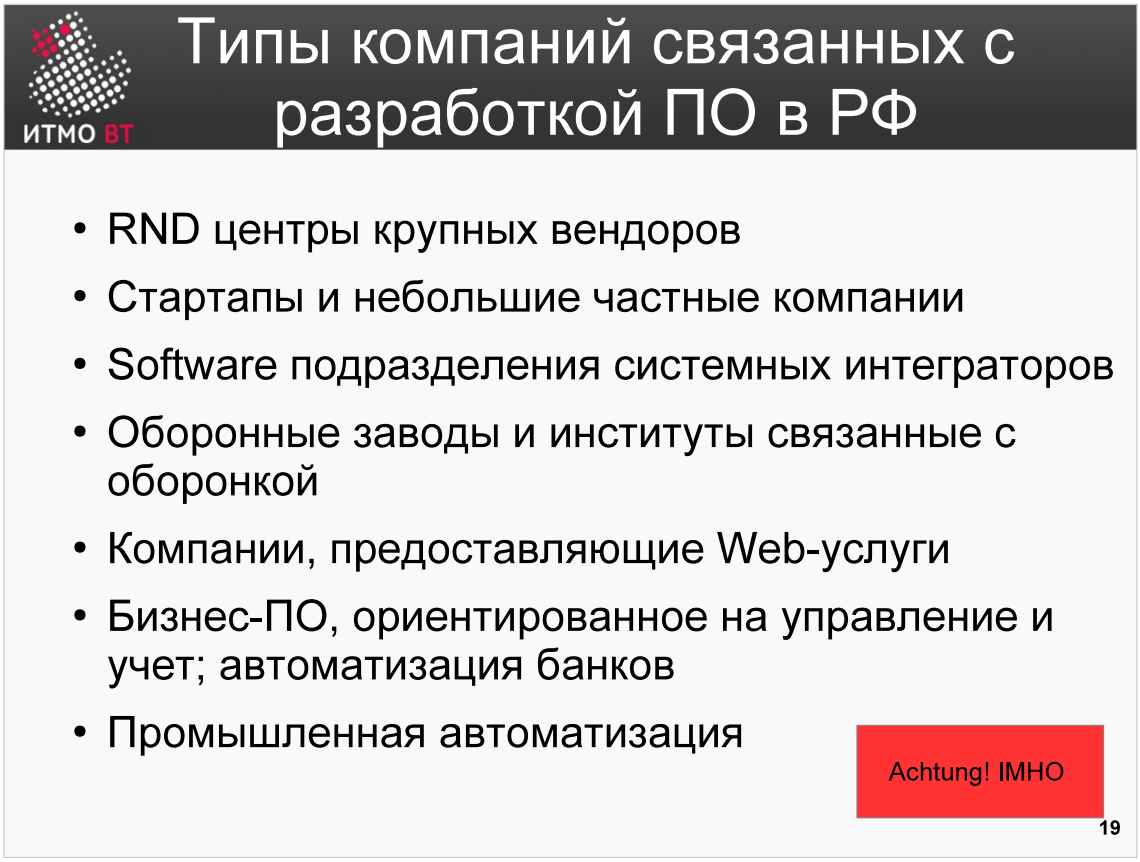


- Организационно-педагогическое сопровождение группы (курса) обучающихся по программам СПО (ооздание педагогических условий для развития группы (курса) обучающихся по программам СПО; социально-педагогическая поддержка обучающихся по программам СПО в образовательной деятельности и профессионально-личностном развитии;)
- Организационно-педагогическое сопровождение группы (курса) обучающихся по программам ВО (создание педагогических условий для развития группы обучающихся по программам высшего образования (ВО); социально-педагогическая поддержка обучающихся по программам ВО в образовательной деятельности и профессионально-личностном развитии)
- Проведение профориентационных мероприятий со школьниками и их родителями (законными представителями) (информирование и консультирование школьников и их родителей по вопросам профессионального самоопределения и профессионального выбора; проведение практикоориентированных профориентационных мероприятий со школьниками и их родителями)
- Организационно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, СПО и ДПП, ориентированных на соответствующий уровень квалификации (организация и проведение изучения требований рынка труда и обучающихся к качеству СПО и(или) (ДПО) и(или) ПО; организационно-педагогическое сопровождение методической деятельности преподавателей и мастеров производственного обучения; мониторинг и оценка качества реализации программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик)
- Научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, СПО и ДПП (разработка научно-методических и учебно-методических материалов, обеспечивающих реализацию программ; рецензирование и экспертиза научно-методических и учебно-методических материалов)



- *Преподавание по программам бакалавриата* и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации (*преподавание учебных курсов,* дисциплин (модулей) или проведение отдельных видов учебных занятий; *Организация научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной* и иной деятельности обучающихся под руководством специалиста более высокой квалификации; *профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей*, контроль качества проводимых ими учебных занятий; *разработка под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечени*я реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий).
- Преподавание по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации (преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей); профессиональная поддержка специалистов, участвующих в реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей), организации учебно-профессиональной, исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся; Руководство научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельностью обучающихся; разработка научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных курсов, дисциплин (модулей) программ)
- Преподавание по программам аспирантуры (адъюнктуры), ординатуры, ассистентуры-стажировки и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации (преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам подготовки кадров высшей квалификации и(или) ДПП; руководство группой специалистов, участвующих в реализации образовательных программ ВО и(или) ДПП; руководство подготовкой аспирантов (адъюнктов) по индивидуальному учебному плану; руководство клинической (лечебно-диагностической) подготовкой ординаторов; руководство подготовкой ассистентов-стажеров по индивидуальному учебному плану; разработка научно-методического обеспечения реализации программ подготовки кадров высшей квалификации и(или) ДПП)


ИТМО ВТ
Простыми словами
• Програмер
• Сисадмин
• БД-шник
• ДевОпс
• Начальник
• Педагог ВО, СПО, ДПО
• UI-щик
• Тестировщик
18



К категории RND относятся широко представленные офисы разработки крупных западных (и отечественных) компаний - Oracle, EMC, Intel, AMD, Veam, Yandex и другие. Они характеризуются относительно большим количеством разработчкико (100-1500), где существуют множество проектных комаанд, развитым типом «западной» бюрократии. Плюсами этих компаний являются возможность участвовать в разработке мейнстрим технологий, высокой заработной платой. Минусом является практически отсутствующий карьерный рост (хотя возможен росто «по диагонали».

Стартапы характеризуются высокой нестабильностью на рынке (и в том числе это касается и заработной платы). Отношение внутри строятся по дружескому и семейному принципу. Плюсом является резкий карьерный рост, в случае, если идея находит реализацию на рынке.

Подразделения сстемных интеграторов — компаний, которые поставляют заказчикам интегрированные решения от разных вендоров, сами по себе достаточно крупные и обеспечивают работой до 1000 человек. Характерными примерами являются Jet Infosystems, Croc, Technoserv и др. С точки зрения трудовых отношений внутри таких компаний обычно наблюдаются крайности от «раздолбайства» до строго формализма.

В оборонной промышленности можно встретить по настоящему интересную работу, которая обеспечивается относительно невысокой заработной платой. Трудовые отношения обычно забюрократизированны по советскому (СССР) принципу. Однако, в таких компаниях возможен вертикальный карьерный рост.

Копании, предлагающие Web- информационные системы обычно имеют средний размер, с четко выраженной прикладной областью, которая может быть интересной для работника, а может и быть унылой и скучной. В них обычно предлагаются достойные зарплаты и используются современные технологии разработки.

Компании, автоматизирующие бизнес-ПО обычно используют 1С, OEBS и SAP в качестве технологической основы, со сложной предметной областью, в которой приходится одновременно быть и программистом и бухгалтером и психологом. Вилка зарплат очень большая.

Промышленная автоматизация работает на крупные российские компании (РЖД, Газпром и пр.) или на открытый рынок (StarLine). Интересная работа для увлеченных «гиков»..

ИТМО ВТ

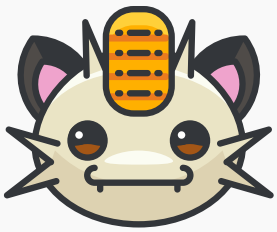

ХОРОШО, НАДЕЮСЬ, ВСЕ НАПИСАЛИ ДОСТАТОЧНО ЗА ЧЕТЫРЕ ЧАСА ЛЕКЦИИ!
ДЛЯ ТЕХ, КТО НЕ ЗАПИСЫВАЛ, ВЫ МОЖЕТЕ СКАЧАТЬ ВСЮ ЛЕКЦИЮ В PDF ПО ССЫЛКЕ, КОТОРУЮ Я НАПИСАЛ НА ДОСКЕ...
BOLDLINESComics.com

20

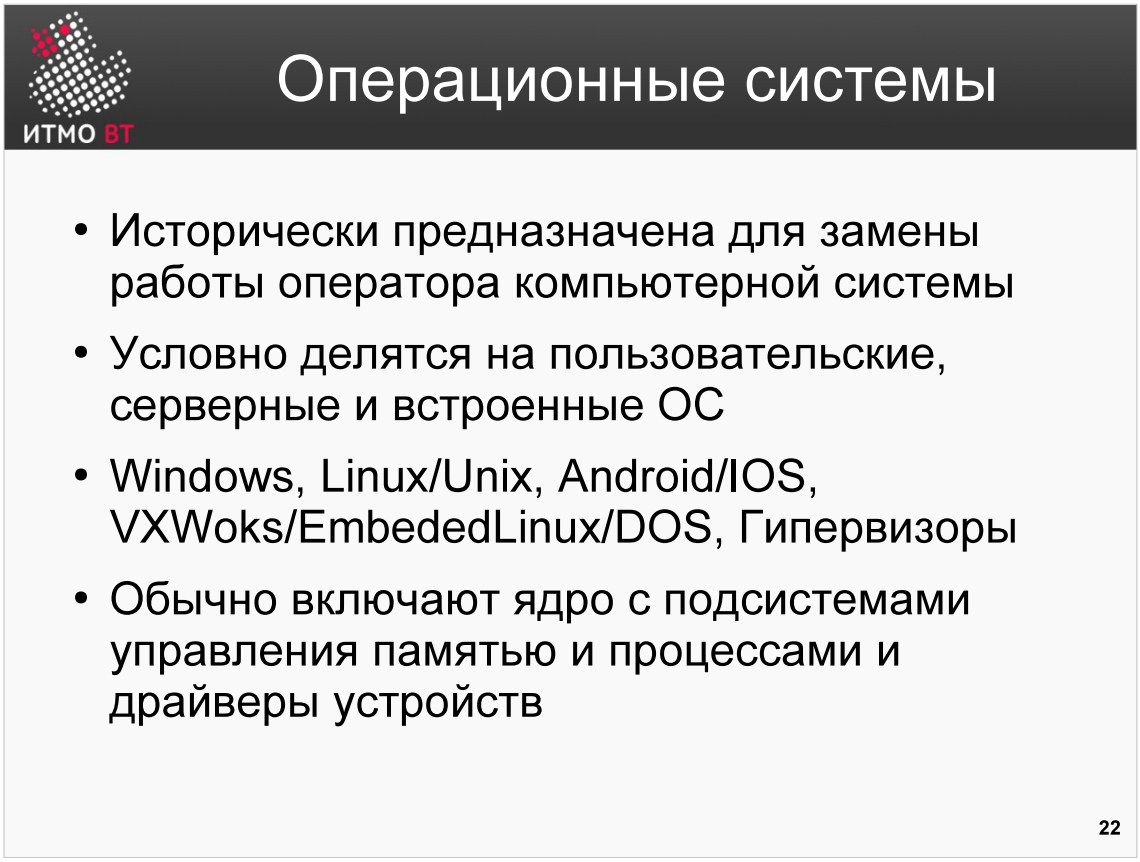
Операционные системы (включая ОС UNIX)

ИТМО ВТ

2



21

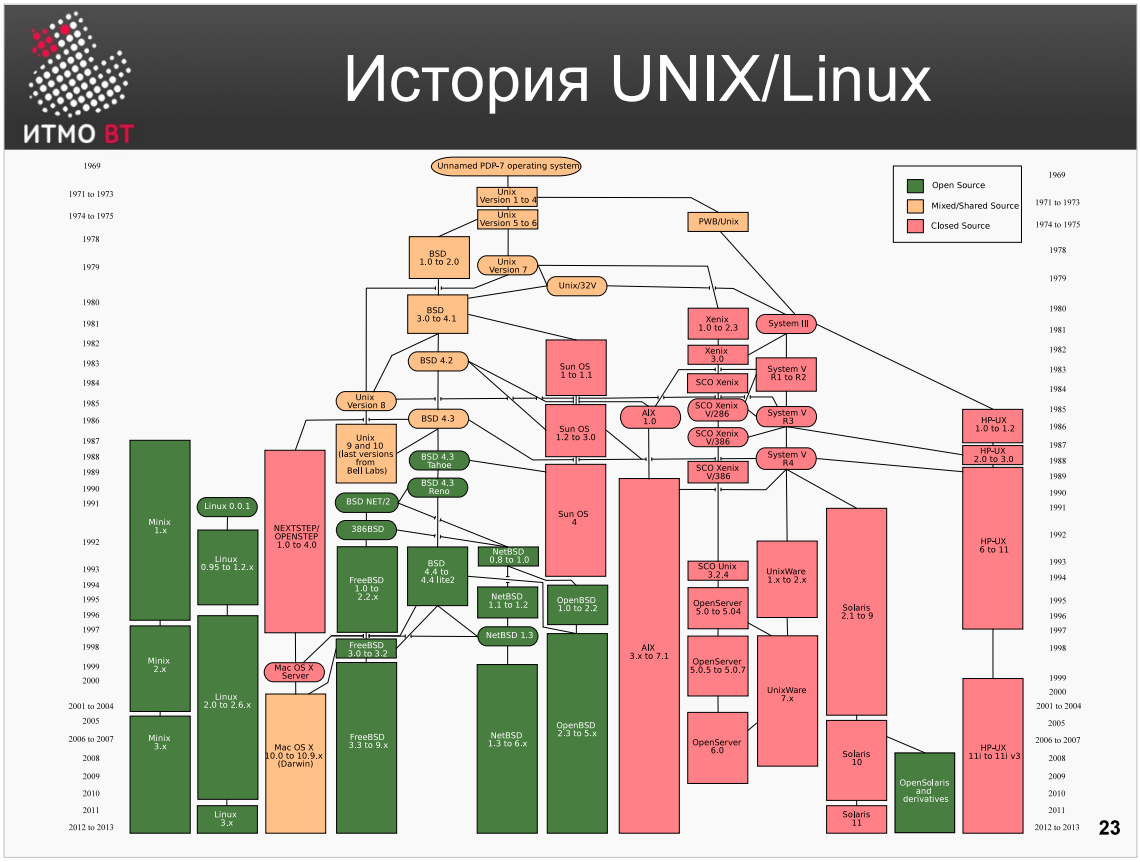


Оператор в компьютерных системах первых поколений занимался тем, что приимал от программистов программу и исходные данные, вводил и запускал ее на исполнение, а после ее окончания считывал результаты работы для передачи программистам. При этом дисплей и клавиатура появились у вычислительных машин не сразу, вместо них использовался так называемый пульт управления вычислительной машиной. С развитием вычислительной техники появилась естественная идея заменить оператора специальной программой, которая будет заменять его работу. Такие программы получили название операционных систем.

Операционная система загружает программы в память, контролирует их исполнение, предоставляет результаты работы в понятном для человека виде, обеспечивает возможность одновременного исполнения нескольких программ. В современном мире операционные системы можно условно разделить на пользовательские — где основной целью является предоставление конечному пользователю удобства работы с вычислительной системой, серверные — предназначенные для обработки большого количества запросов от других систем и встроенные — целью которых является поддержка функционирования аппаратного обеспечения вычислительных систем, датчиков, преобразователей сигнала и другого оборудования, например, в бортовых системах самолета, космического корабля, светофора, стиральной машины и других аппаратных средств, содержащих компьютеры.

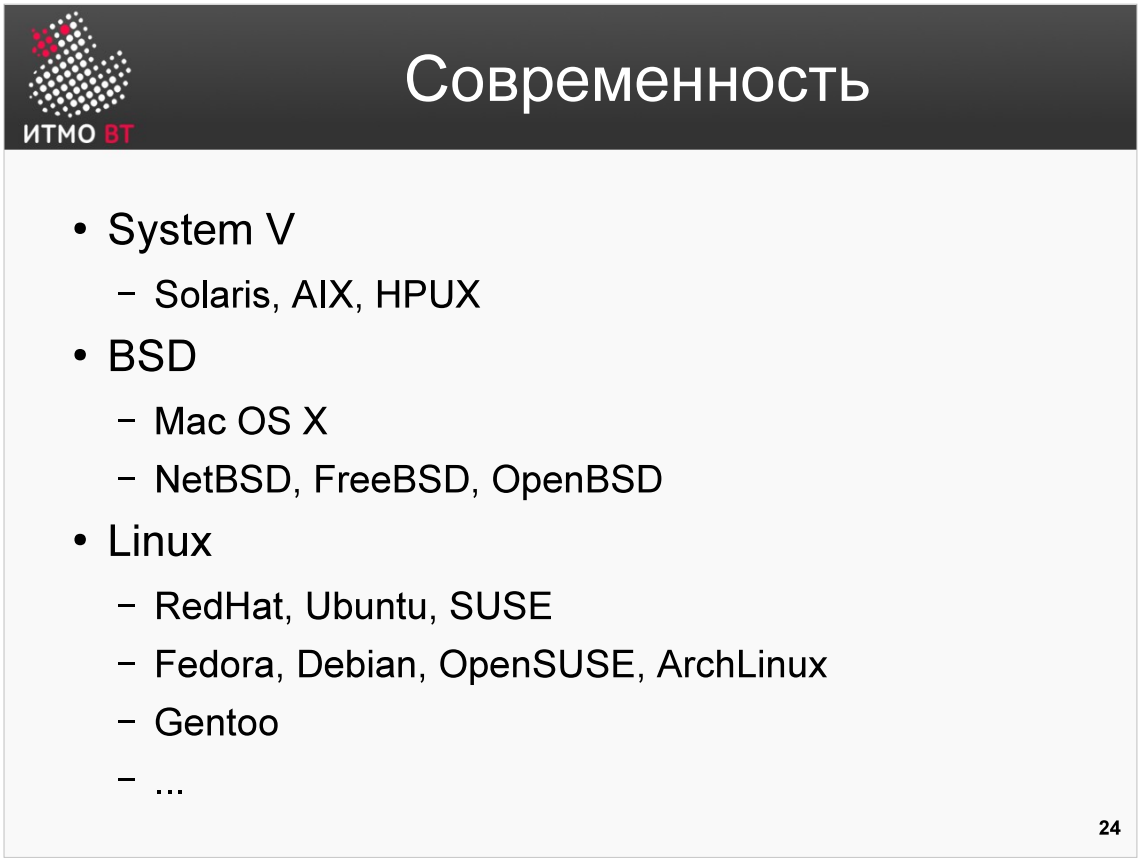
На слайде представлены названия современных операционных систем. Отдельно следует упомянуть гипервизоры — операционные системы, которые предназначены для управления другими операционными системами. Например VMWare vSphere позволяет запускать на одной вычислительной системе несколько различных типов операционных систем одновременно.

Операционная система содержит ядро и окружение (библиотеки, файлы) пользовательских программ. В ядро обычно включаются подсистемы, позволяющие управлять и эффективно разграничивать данные и программы пользователя для исключения их неразрешенного взаимодействия между собой, драйверы аппаратного обеспечения, подсистемы обобщенного ввода и вывода информации.



Название Unix произошло от акронима UNICS (UNiplex Information and Computing System). Разработчики Кен Томпсон, Денис Риччи и Руд Канадей создали однопользовательскую (позднее двухпользовательскую), написанную на ассемблере операционную систему для популярной в то время вычислительной системы PDP-7. Позднее имя было заменено на UNIX. Позднее система была переписана на язык C и портирована на PDP-11 (популярная платформа, в том числе и в СССР, где ее представителями являлась машина ДВК и Электроника-60). Из-за ограничений американского законодательства система распространялась практически бесплатно, что и сделало ее такой популярной, в том числе и в университетских кругах.

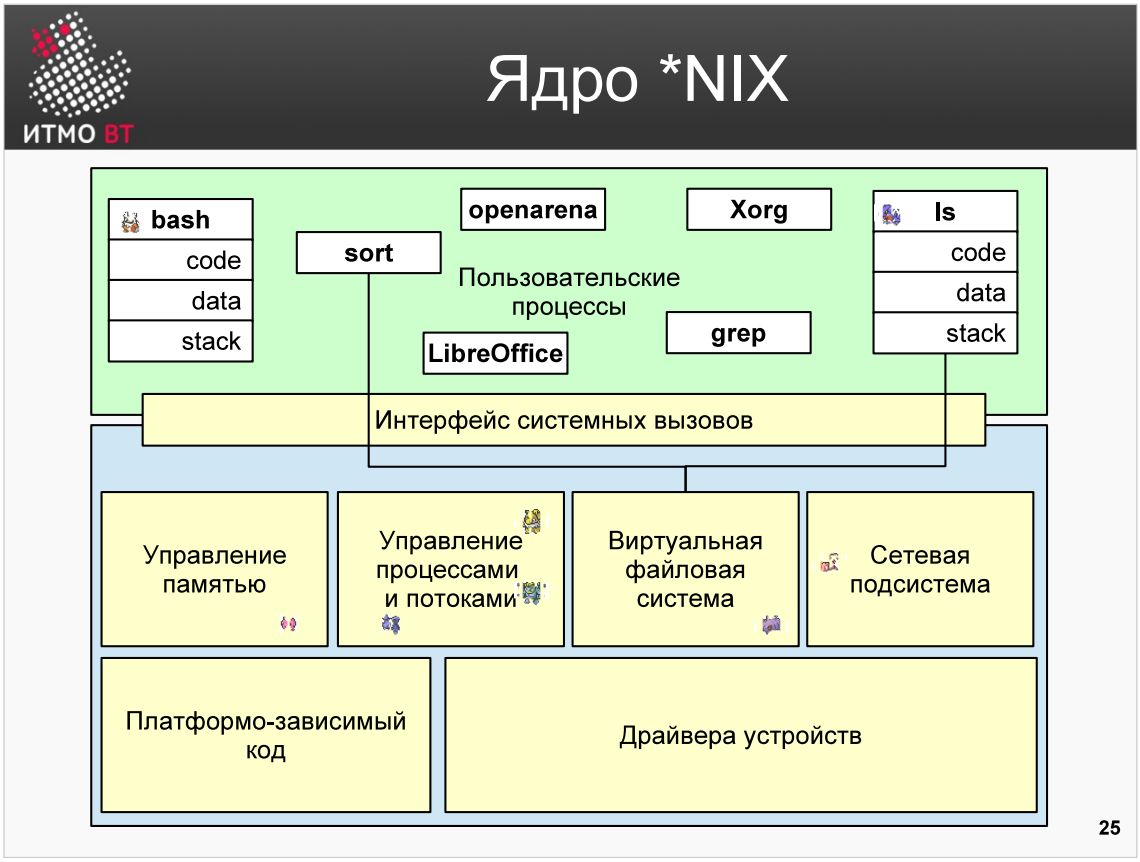
На слайде представлено общее «генеалогическое» дерево UNIX. Можно проследить, что в развитии UNIX огромное влияние оказали несколько ветвей — BSD и System V. Особняком стоит LINUX, первые версии ядра которого, при сохранении интерфейсов для программ пользователя, были разработаны Линусом Товальдом и MINIX - учебную операционную систему, разработанную Андрю Таненбаумом (да, тем самым автором книг по вычислительной технике). Обе, в качестве окружения пользовательских программ, используют стандарт POSIX.



Базовой версией коммерческих операционных систем UNIX послужило ядро ОС UNIX System V. Изначально разработанное для поддержки масштабируемых вычислительных систем оно представляет собой ядро с уникальными для всего семейства UNIX функциями программной поддержки горячей замены аппаратных компонентов (включая память и процессоры) без перезагрузки ядра, высокой масштабируемостью (одновременно могут работать от 1 до сотен процессоров, поддерживаются терабайты ОЗУ), развитой архитектурой, предоставляемой пользовательским процессам. Наиболее известными, используемыми на предприятиях, в настоящее время являются Solaris 2.x+ (Sun/Oracle), AIX (IBM) и HP/UX от компании Hewlett Packard.

BSD и ее производные часто используются для организации сетевой инфраструктуры, поскольку поддержка большого количества протоколов и средств, позволяющих управлять сетевым взаимодействием, в них широко развита. Особняком стоит MacOS — прямой наследник ОС NextStep — предоставляющая удобную оболочку для пользователя и развитый (и дада — красивый) пользовательский интерфейс.

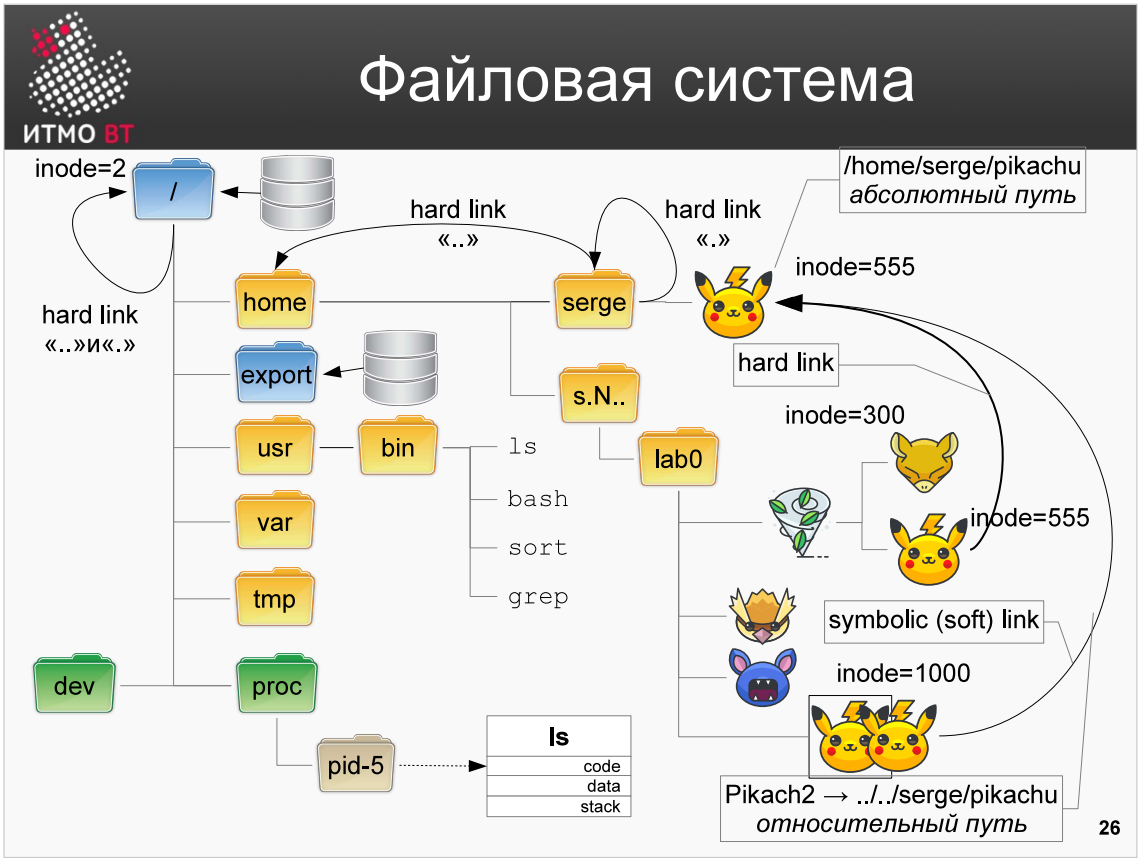
Linux представлен богатым выбором операционных систем. Отличия в версиях, которые тем не менее базируются на одном программном ядре, состоит в управлении программным обеспечением (пакетные менеджеры) и способах распространения и поддержки ОС. В них каждый пользователь может выбрать то, что ему более удобно. Отдельно распространяются десктопные (для пользователя) и серверные варианты, различающиеся набором пакетов и установках по умолчанию. Если вам хочется собирать ПО из исходников, максимально оптимизируя их для работы конкретного аппаратного обеспечения, то дистрибутив Gentoo позволяет вводить пользователю максимальное количество настроек и дополнительной оптимизации.



Каждая операционная система выполняет служебные операции в ядре. Ядро представляет собой набор подсистем, которые управляют оборудованием и программами пользователя. Основными подсистемами, которые жизненно важны для любой ОС являются управление памятью, управление процессами и потоками (отвечает за выполнение нескольких программ одновременно на одной ОС), виртуальная файловая система (обмен данными организован с помощью файлов, с точки зрения ОС в UNIX все является файлами), сетевая подсистема, драйвера устройств и платформо-зависимый код (драйвера, которые поддерживают функционирования системы на различных аппаратных архитектурах). Взаимодействие программ пользователя с ядром происходит с помощью интерфейса системных вызовов.

С точки зрения пользователя любая исполняемая программа представляет собой адресное пространство, которое разбито логически и физически на несколько сегментов. Например, сегмент code, где выполняется собственно сама программа, сегмент data, где находятся необходимые для ее работы данные, сегмент stack, для хранения адресов возврата и передачи аргументов к подпрограммам. Кроме этих основных сегментов еще используются heap или куча, сегменты разделяемых библиотек, memory-maped файлы, т. е. файлы непосредственно отображенные в адресное пространство процесса и другие. Все эти сегменты вместе составляют образ процесса, который работает внутри операционной системы и взаимодействует с ней.

Кроме этого, программы могут взаимодействовать между собой, используя ядро и интерфейс системных вызовов. Интерфейс системных вызовов является стандартизованным способом взаимодействия процессов с ядром, и пользовательские процессы могут получить сервисы ядра только через этот интерфейс.

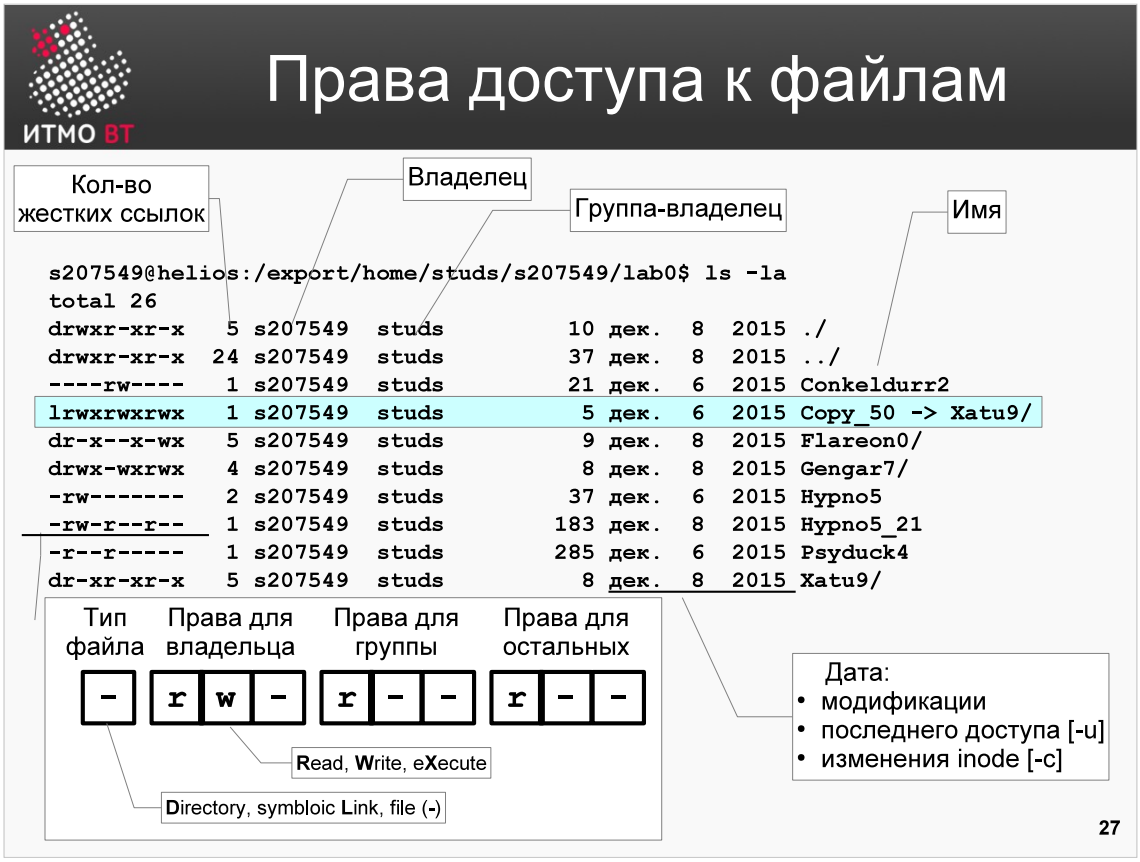


На слайде изображена типичная файлов в UNIX, представляющая собой иерархию файлов и директорий (каталогов, папок), где хранится вся необходимая системная и пользовательская информация. Директории также являются файлами. Верхнем элементом иерархии файловой системы является директория root (корень иерархии). Логические разделы дисковых накопителей могут подключатся в файловую систему в *точках монтирования* (на слайде директории синего цвета) — созданных администраторам директорий, в которых при подключении их файловая иерархия заменяется на расположенную на разделе диска. Каждая директория содержит два обязательных файла. Файл «.» -это ссылка на саму себя и файл «..» - это ссылка на директорию выше по файловой иерархии.

В файловой иерархии есть каталоги, которые использует сама система. К ним, например, относится каталоги /usr/bin, где расположены основные утилиты и программы, поставляемые вместе с ОС. В каталоге /usr/lib находятся системные библиотеки. В директории /var находятся системные журналы и рабочие файлы системы, а директория /tmp предназначена для хранения временных файлов. В директории /proc находятся файлы, представляющие информацию о процессах пользователя и ОС.

В файловой системе можно адресоваться при помощи абсолютных и относительных путей. *Абсолютный путь* – это путь от корня ФС. *Относительный путь* – это путь от текущей директории, откуда была запущена программа пользователя.

В файловой системе есть специальные виды файлов, которые могут помочь организовать необходимую для пользователя или программ иерархию файлов — ссылки на другие файлы. Ссылки бывают двух типов: *жесткие* и *символические* ссылки. В ОС UNIX каждому файлу внутри файловой системы для каждого накопителя присваивается свой уникальный номер — inode. Директория — это просто файл, где указанны имена файлов и их inode. Если два имени файла имеют один и тот же inode (внутри одной точки монтирования) – значит это один и тот же файл и таким же содержимым. Или можно сказать, что один файл является жесткой ссылкой на другой. Файл существует в файловой системе до тех пор, пока не удалена последняя жесткая ссылка. Символическая ссылка – файл содержащий абсолютный или относительный путь до файла.



На слайде показан пример вывода команды ls –la. Ключи –la показывает содержимое каталога в расширенном формате (права, размер, дату последней модификации и т.д. файла) со скрытыми файлами. Скрытыми в ОС Unix считаются файлы, начинающиеся с точки. В расширенном формате информация представлена в следующей последовательности:

1) Тип файла и права доступа к нему
2) Кол-во жестких ссылок на файл (сколько, как вы думаете, файлов и директорий в каталоге на уровень выше от показанного на слайде?)
3) Имя владельца
4) Имя группы владельца
5) Длина файла в байтах
6) Время. По умолчанию показывается время последней модификации файла, в зависимости от ключей может быть отображено время последнего доступа или изменения записи inode для файла.

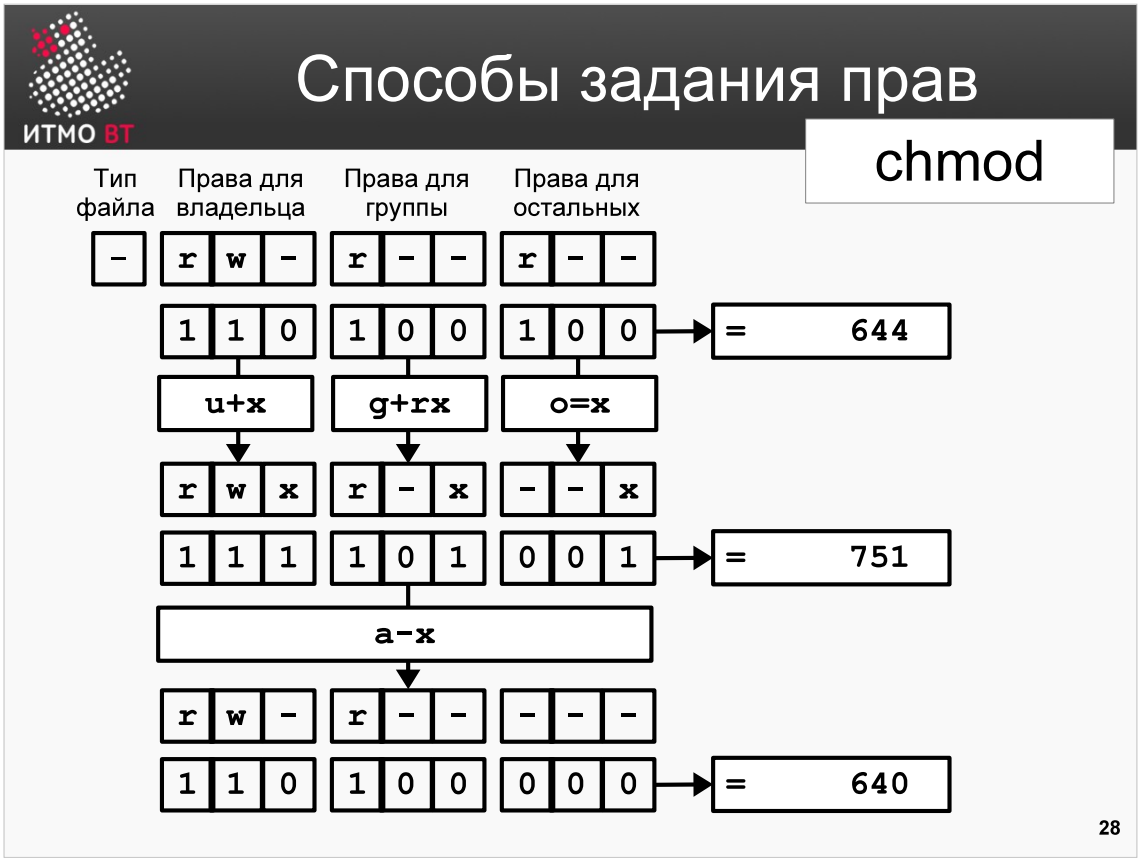
Права доступа разбиты на несколько групп и определяют права для разных категорий пользователей по отношению к текущему владельцу файла и группе владельца:

| Тип файла | Права для владельца | Права для группы | Права для остальных |

Существующие типы файлов: файл, директория или символическая ссылка. Кроме них определены дополнительные типы, как точки доступа к драйвером устройств, pipes и др.

Все типы прав содержат три значения (установленные, если право разрешено, или не установленные, тогда данное право отсутствует): право на чтение/право на запись/право на исполнение. В случае если установлено право на исполнение для директории, это значит, что в директорию можно «войти» (например, с помощью cd), оно проверяется в первую очередь.

Для того, чтобы задавать права существует команда chmod с возможностью установить права (при помощи указания их численного значения или символа «=»), убрать права («-») и добавить («+»).



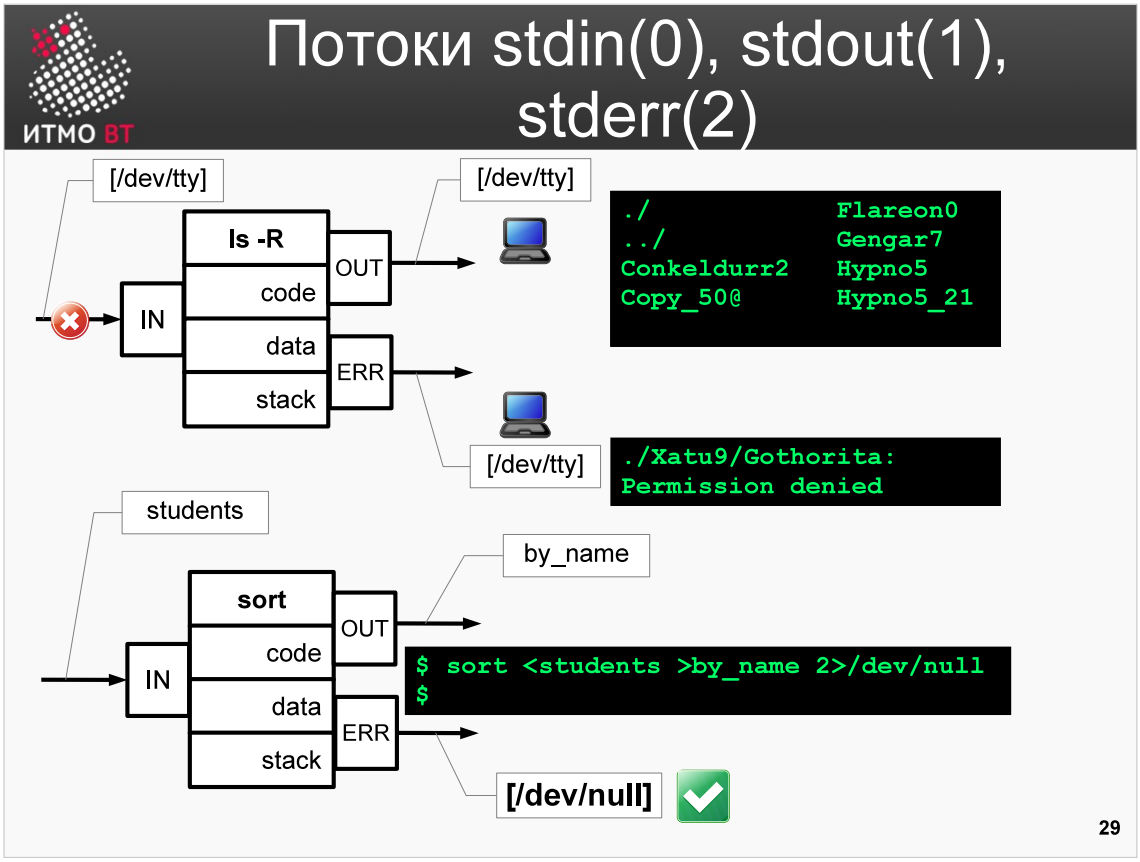
При выводе команды ls –l права на файл отображаются в виде rwxrwxr--, где r-право на чтение, w – право на запись, x – право на исполнение, прочерк обозначает, что право было не задано. В примере rwxrwxr-- все остальные пользователи, которые не являются владельцем и не входят в группу, не имеют права на запись и исполнение файла.

Права (для владельца, группы и остальных) принято обозначать в виде трех восьмеричных цифр. Каждая цифра отвечает за свою тройку и высчитывается так rwx = $111_2 = 7_8$; r-x = $101_2 = 3_8$; --x = $001_2 = 1_8$. Таким образом, рассчитывается десятичная цифра, соответствующая определенным правам для каждой тройки типов прав. Команда chmod 644 <имя файла> установит права rw - r- - r - -.

Еще один способ изменять права – это добавлять их или убирать с помощью буквенных обозначений. Сначала указывается, какие права будут изменены. U – права пользователя, G – права группы, O – права для остальных. Далее можно использовать знаки +, - или =. Пример:

- u+x обозначает, что к правам пользователя следует добавить право на исполнение.
- g+rx – к правам группы следует добавить права на чтение и исполнение.
- g-w – из прав группы следует убрать право на запись.
- o=w – в правах для остальных пользователей установить только право на запись.

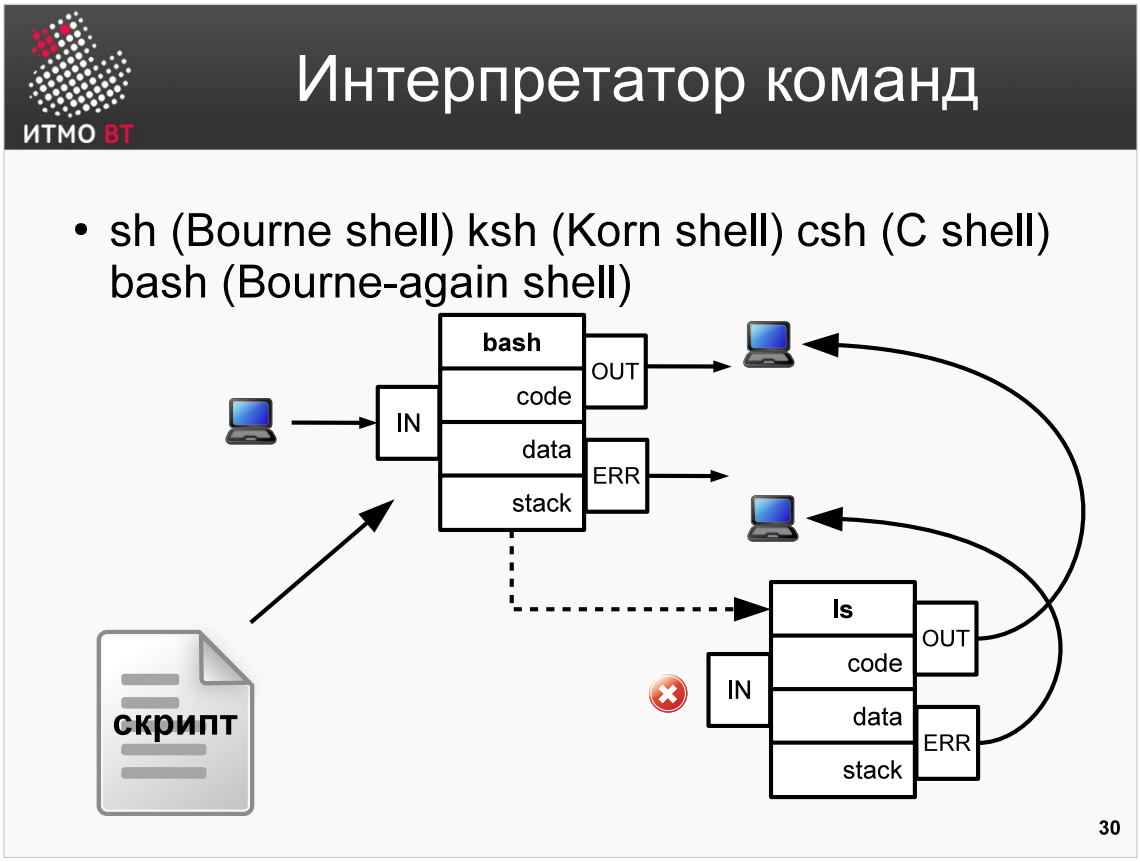
Полностью команда будет выглядеть так: chmod u+x <имя файла>



Когда запускается пользовательская программа, системный загрузчик по умолчанию открывает для процесса потоки ввода-вывода и присваивает им номера открытых файлов внутри процесса stdin(0) — поток стандартного ввода, stdout(1) — поток стандартного вывода, stderr(2) — поток вывода диагностических сообщений об ошибках. По умолчанию, все потоки связаны с виртуальным терминалом, откуда была запущенна программа. Наличие двух потоков вывода необходимо для того, чтобы разделить вывод полезных данных и ошибок работы программы и дальнейшего перенаправления их, например, в файлы или другим командам.

На верхнем примере запущена команда ls -R. Не смотря на то, что системный загрузчик открыл для нее поток ввода и по-умолчанию привязал его к терминалу, сама по себе команда не ожидает ничего на свой вход, и соответственно никак не будет его читать или анализировать.

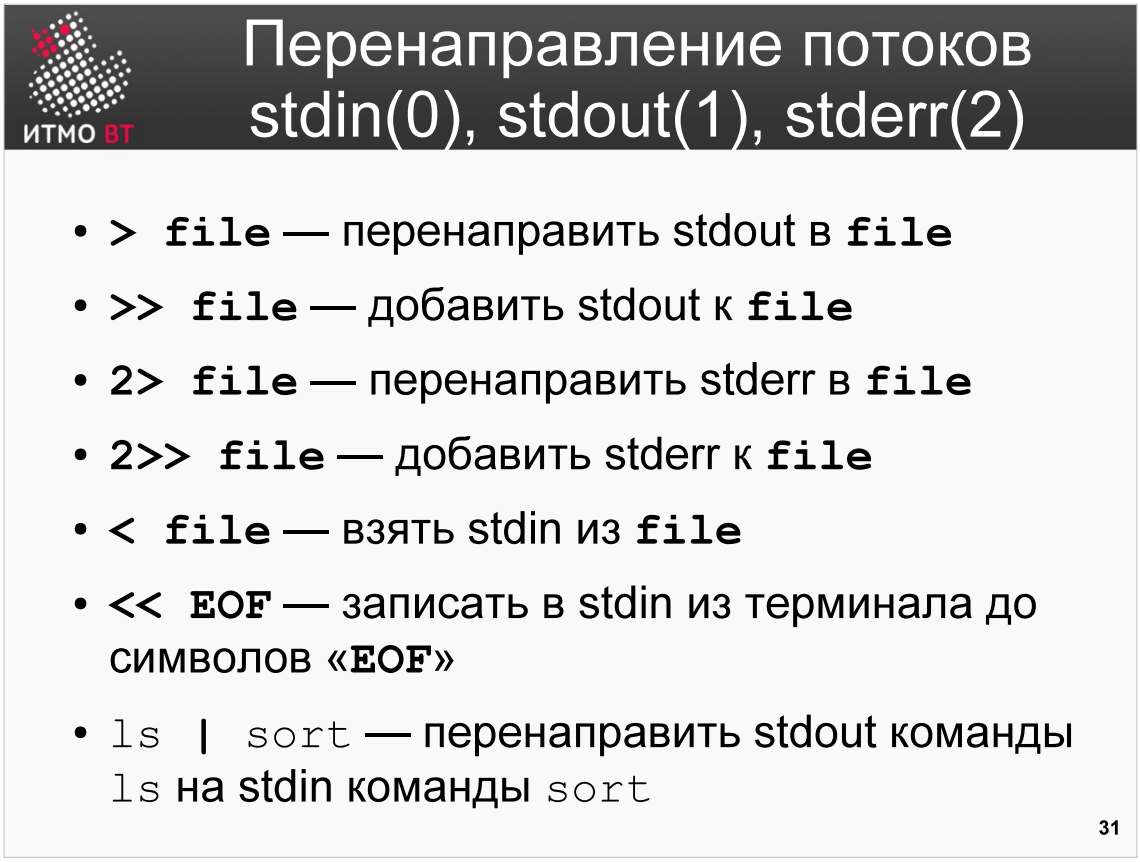
На нижнем примере запуск команды сорт производится из командной оболочки (см. далее), при этом загрузчик откроет файлы по умолчанию, а командная оболочка подключит на стандартный ввод файл students, на стандартный выход файл by_name, а ошибки программы (если они возникнут) игнорирует, путем перенаправления в устройство, которое играет роль пустоты, в котором все, что на него будет записано — будет безвозвратно потеряно.



Всеми командами (программами и приложениями) управляет интерпретатор команд — shell. Это программная оболочка позволяет организовывать выполнение команд, задавать им переменные окружения, связывать потоки ввода вывода у различных команд между собой, а также анализировать коды возврата у команд и использовать простейший язык для написания новых исполняемых команд — скриптов.

Различных интерпретаторов существует достаточно большое количество. Исторически, shell был командной оболочкой, которая использовалась пользователями до появления первого графического интерфейса. В настоящее время в серверных операционных системах shell используется для доступа и настройки систем удаленными от сервера администраторами. Наиболее популярной оболочкой для Unix является bash, хотя не во всех операционных системах он может быть установлен по умолчанию.

При запуске пользовательской программы bash сначала связывает ее потоки с терминалом, из которого он запущен. Затем он, если указанны специальные символы *перенаправления ввода-вывода*, подключит к потокам программы необходимые файлы или свяжет команды между собой, что часто используется для организации *фильтрации* потоков.



Специальные символы shell для перенаправления потоков ввода-вывода представлены на слайде. Выполнение команды ls -lR > /tmp/file запишет весь вывод команды в файл /tmp/file, при этом если возникнут ошибки, они будут выведены на терминал, откуда была запущена команда. При этом содержимое файла /tmp/file будет удалено, и информация в файл будет записана с его начала. Если необходимо дописать информацию в конец файла, сохранив его содержимое, то следует воспользоваться командой ls -lR >> /tmp/file. Аналогичным образом можно управлять и стандартным вводом.

Если на вход команды необходимо подать файл то можно воспользоваться символом переопределения стандартного ввода «<». Можно при помощи символа «<<» использовать текущий стандартный ввод с терминала для подачи на стандартный ввод команды текста до появления заданного стоп-текста окончания ввода. Например:

cat << "хватит" > /home/serge/text

Думать и вспоминать.

Команды ночами писать.

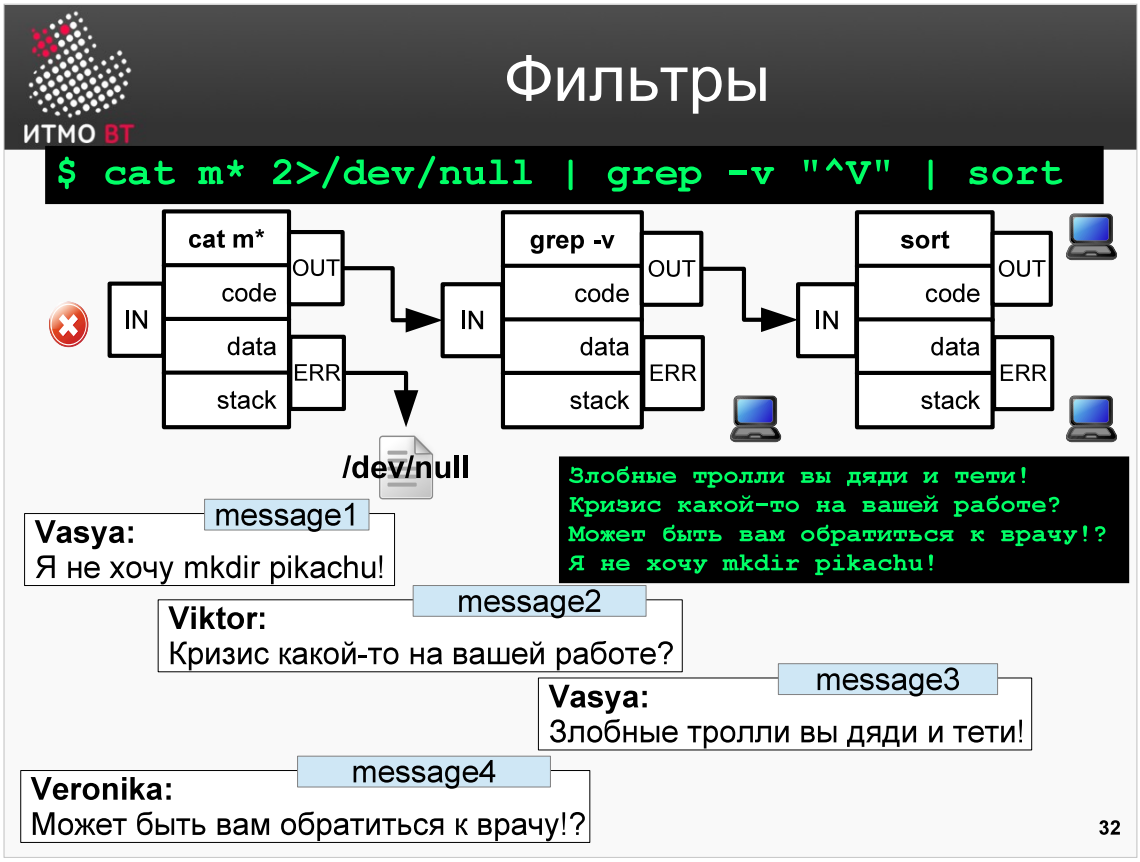
Затем на защите страдать.

Лучше отчисленным быть. #спорно

Это терпеть -

хватит

Символ «|» (произносится как конвейер) необходим для связывания стандартного вывода команды слева от конвейера со стандартным вводом команды справа, таким образом осуществляется пересылка данных от одной команды в другую.

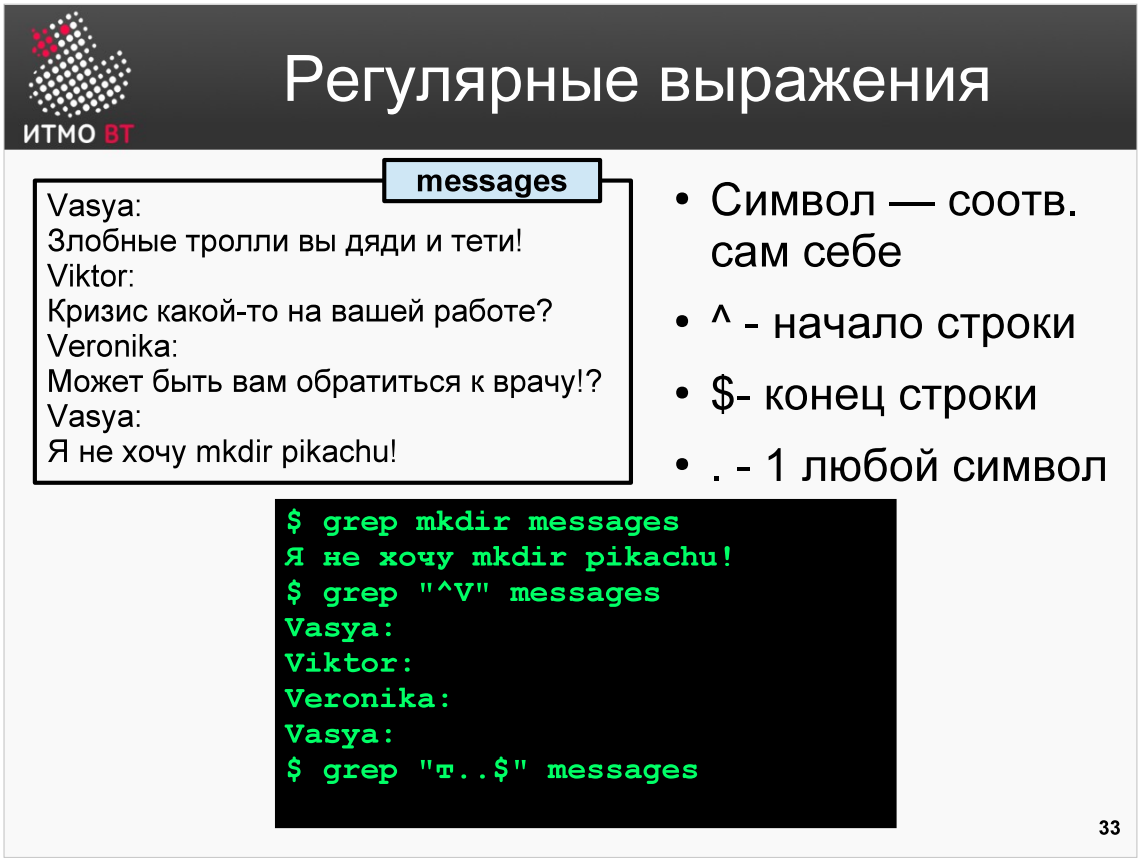


Вместе с операционной системой Unix поставляются разнообразные пользовательские утилиты, которые могут осуществлять фильтрацию данных, который поступает на стандартный вход. Результат фильтрации утилита передает на стандартный выход. Такие программы получили название *фильтров*. На слайде показано использование двух утилит-фильтров — grep, которая осуществляет выборку (или отсечение с ключом -v, как на слайде) строк совпадающих с шаблоном, заданным *регулярным выражением*, и sort — осуществляющих сортировку строк по заданному условию (по умолчанию - в алфавитном порядке).

Строка из команд, представленная на слайде, начинается с команды cat (от англ. concatenate)— утилиты, которая объединяет файлы, указанные в командной строке, и выводит их содержимое на стандартный вывод. «m*» - это подстановка (pathname expansion) интерпретатора shell, который подставит в качестве аргументов команды cat все файлы, начинающиеся на букву «m», находящиеся в текущей директории. Первая команда после подстановки будет выглядеть так: cat message1 message2 message3 message4. Ошибки, возникающие при чтении файлов, игнорируются (2>/dev/null).

Стандартный вывод команды cat связывается при помощи конвейера со стандартным вводом команды grep, которая отбрасывает все строки из полученного потока, начинающиеся на символ «V», фильтруя все имена пользователей из файлов сообщений, которые как мы видим из примера, все начинаются на него: Viktor, Vasya, Veronika. Остаются только строки с текстом «сообщений», которые поступают на стандартный вывод grep.

Далее стандартный вывод grep при помощи конвейера поступает на стандартный ввод команды sort, сортируется в алфавитном порядке, и поступает на стандартный вывод sort, который связан с терминалом. В результате выведутся строки, показанные на слайде в прямоугольнике в черно-зеленых тонах терминала.



Регулярные выражения — де-факто стандарт в выборке строк на совпадение в Unix и разработке программ. Регулярное выражение определяет шаблон, которому должна соответствовать строка в тексте, в котором проводится поиск на совпадение. На слайде приведены простейшие регулярные выражения, более глубокое их изучение предусмотрено на старших курсах.

Простейший случай регулярного выражения — это последовательность символов, которые соответствуют сами себе. В первом примере выводится все совпадения строк файлов с шаблоном (регулярным выражением) mkdir. Как видно из примера, этому шаблону соответствует единственная строка в файле messages.

Символ «^» определяет начало строки. Регулярное выражение «^V» будет соответствовать всем строкам у которых самым первым символом в строке будет латинская заглавная буква V. Таких строк во втором примере в файле находится четыре. Символ «$» означает конец стоки. Его можно использовать для поиска строк, имеющих заданное регулярным выражением окончание. Например можно вывести все строки, оканчивающиеся на восклицательный знак.

Регулярное выражение «.» соответствует любому символу. В третьем примере будут выведены две строки в которых есть символ «т» и два любых символа в конце строки. Регулярное выражение «.*» — соответствует любой последовательности символов. Пример - «V.*a» - выведет три строки (какие?).

Для использования в поиске символов, которые встречаются в регулярном выражении их необходимо экранировать символом «\», например, если необходимо найти в тексте символ «$» его необходимо экранировать («\$»), чтобы он не был воспринят как символ конца строки. Экранирования от подстановок shell выполняется при помощи символов «'».

Возможности регулярных выражений позволяют использовать различные шаблоны, их применение, конечно, не ограничивается приведенными примерами. Можно, например, указывать необходимое повторение символов, диапазон символов, их группировку в определенной последовательности, и т. д.

Команда	Назначение и синтаксис
mkdir	mkdir [-m mode] [-p] dir...
echo	echo [string]...
cat	cat [-n] [file...] [-]
touch	touch [-am]... file...
ls	ls [options] [file/dir]...
pwd	pwd
cd	cd [argument]
more	more [file...]
cp	cp [options] SOURCE ... DEST
rm	rm [options] [file/dir]
rmdir	rmdir [dir]
mv	mv [-fi] SOURCE ... DEST
head	head [-num] [file...]
tail	tail [-/+num] [-bcl] [file...]
sort	sort [-unr] [-k num] [file...]
grep	grep [-v] regexp [file...]
wc	wc [-c | -m] [-lw] [file...]

На слайде представлен список команд, которые могут потребоваться при выполнении лабораторной работы №1. Перечислим назначение этих команд:

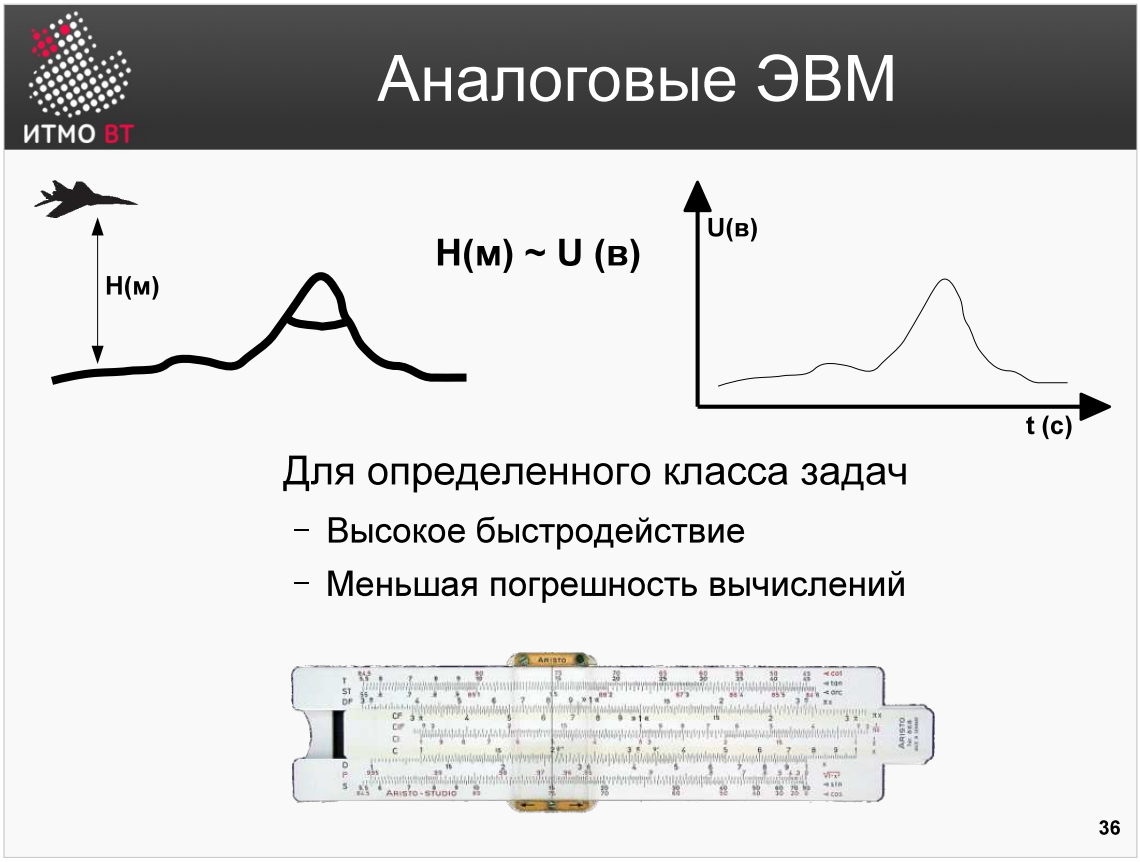
- mkdir — создание директории
- echo — вывод символов на стандартный вывод
- cat — слияние и вывод файлов на стандартный вывод
- touch — создание (если файл отсутствует) или изменение времени модификации файла
- ls — вывод списка файлов в директории
- pwd — вывод текущей директории в стандартный вывод
- cd — смена текущей директории на указанную
- more — постраничная распечатка файла или стандартного ввода
- cp — копирование файлов и директорий
- rm — удаление файлов
- rmdir — удаление пустых директорий
- mv — перемещенние файлов
- head — вывод указанного количества строк с начала файла или stdin
- tail — вывод указанного количества строк с конца файлов или stdin
- sort — сортировка строк файла или стандартного ввода
- grep — выборка строк по шаблону
- wc — подсчет количества символов, строк, слов в файле или стандартном вводе

ИТМО ВТ

Как работают ЭВМ?

3

35

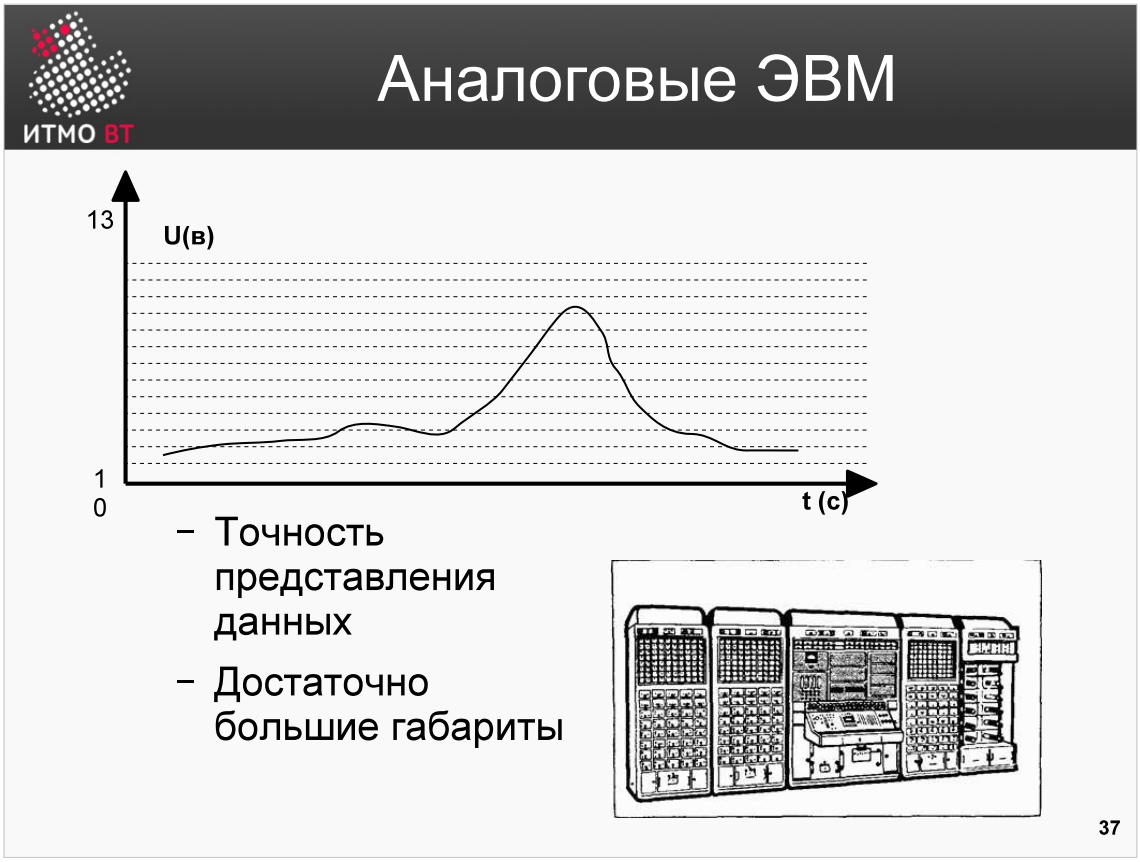


Первым вычислительным устройством в истории человечества являлся абак или счеты. В разных частях мира они имели свои небольшие особенности, но выглядели они практически одинаково. Такие устройства широко использовались для, как бы мы сейчас сказали, ведения бизнеса. Торговцы того времени подсчитывали количество продаваемого или приобретаемого товара.

Первая счетная машина, позволявшая производить умножение и деление также легко, как сложение и вычитание, была изобретена в Германии в 1673 году Готфридом Вильгельмом Лейбницем, и называлась «Калькулятор Лейбница». По образцу двенадцати-разрядной счетной машины Лейбница в 1708 году профессор Вагнер и мастер Левин создали шестнадцати-разрядную счетную машину.

С развитием техники и технологий людьми были сконструированы приборы, которые позволяли определять различные физические величины, такие как скорость, ускорение, расстояния. Например, если мы хотим измерить высоту полета самолета, то мы можем измерить давление атмосферы или послать электромагнитный импульс к земле и посчитать, когда придет отраженный сигнал. Но сами физические значения, такие как высота, сложно использовать в дальнейших вычислениях в их естественном виде, и люди придумали заменять их аналогичными величинам или просто аналогами. В современной вычислительной технике, в качестве аналоговых величин используются значения напряжения.

При этом высоте, например, может ставится в соответствие напряжение от датчика высоты. Аналоговая величина всегда непрерывна, и ее поведение полностью копирует поведение соответствующей физической величины. Теперь с этой аналоговой величиной можно проводить вычисления - складывать, вычитать, дифференцировать. Например, при изменении высоты, можно рассчитать вертикальную скорость относительно поверхности. Аналоговые вычисления производится аналоговыми ЭВМ. К сожалению, у таких ЭВМ есть недостатки.

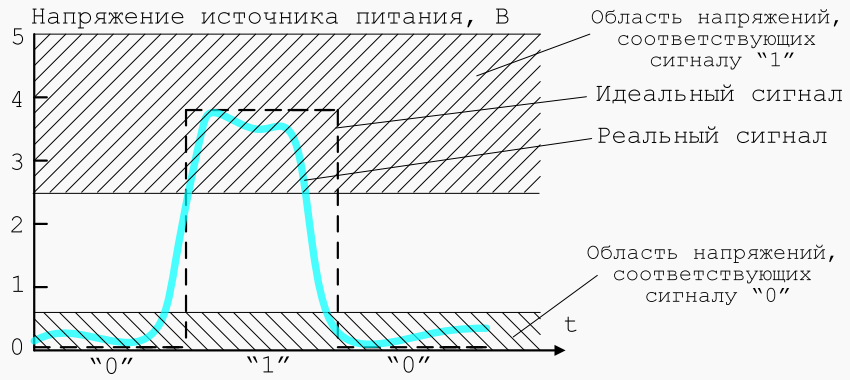


Основной из них - это конечно большие габариты таких вычислительных машин. Кроме того, не всегда просто преобразовать физическую величину в аналог и обратно. Например, человек может различать лишь ограниченное количество цветов. Соответственно, если поставить рядом два близких цвета, есть люди, которые заметят разницу, а есть те, кто не заметит. В аналоговых вычислениях происходит то же самое. Чтобы различить для летящего самолета высоту в 200м или 201м, должны быть достаточно точные приборы, которые будут реагировать на изменение сигнала.

Аналоговые системы до сих пор широко используются в системах реального времени, в различных измерительных устройствах, в информационно-управляющих системах. Потому что у них очень высокое быстродействие для определенного класса задач и удовлетворительная погрешность вычислений. Это происходит за счет того, что аналоговая величина – непрерывна. Операции интегрирования и дифференцирования аналоговые вычислительные машины выполняются существенно быстрее, чем цифровые.

Цифровые ЭВМ

- Представления информации с помощью только двух дискретных величин — 0 и 1

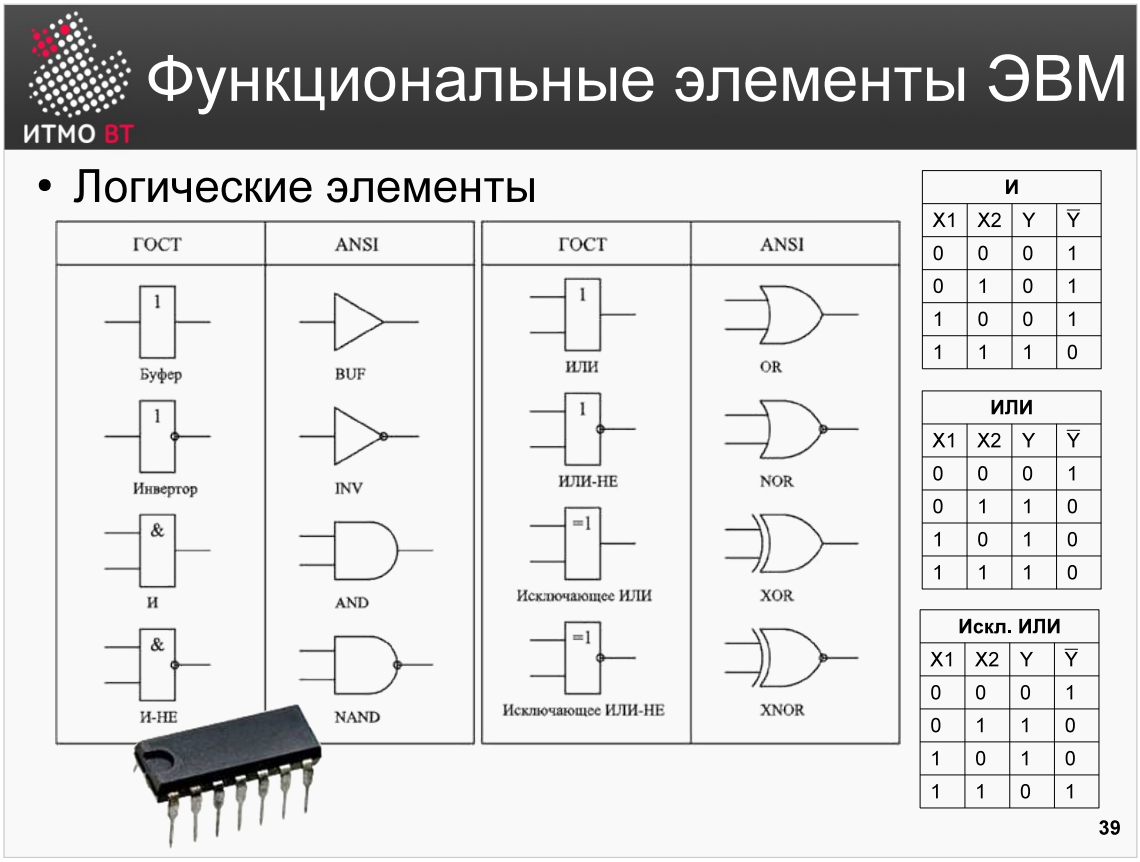


38

Вопрос о недостаточной точности вычисления аналоговых ЭВМ привел к созданию цифровых ЭВМ. Решили, что вместо сложного устройства, которое точно различает величину амплитуды напряжения в 0,001 вольта, проще использовать сигнал, у которого будет всего два состояния - либо 0, либо 1. Это существенно упростило конструкцию вычислительных машин, приведя к созданию цифровых вычислительных систем.

На слайде показан реальный сигнал, снятый осциллографом, который представлен двумя уровнями, 0 и 1. Следует помнить, что при передаче внутри ЭВМ форма сигнала может искажаться. Если сигнал был сильно искажен, то могут появляться ошибки. Такое происходит очень часто, но человек обычно этого не видит, так как существуют специальные программные и аппаратные решения, которые эти ошибки минимизируют. Часто ошибки появляются при работе с памятью и при передаче данных.

Отдельные импульсы в цифровых вычислительных машинах объединяются в группы, позволяя закодировать информацию кодовой посылкой в виде одного или нескольких чисел. Цифровое представление существенно упрощает необходимые элементы для построения вычислительной машины.



Основы функционирования ЭВМ необходимо изучать с уровня элементной базы. На самом нижнем логическом уровне компьютеры состоят из логических элементов, которые выполняют логические функции, основные из которых приведены на слайде. У каждого логического элемента есть один или несколько входов и один выход. На вход подаются значения (0 или 1), внутри элемента выполняется функция, результат которой попадает на выход. Например, рассмотрим элемент, который выполняет простейшую операцию И. У элемента есть два входа, на вход подаются значения 1(истина) или 0(ложь). Если на оба входа была подана истина – результатом должна быть тоже истина. Информацию о выполняемой функции, о соответствии значений входов и выхода обычно размещают в так называемых таблицах истинности.

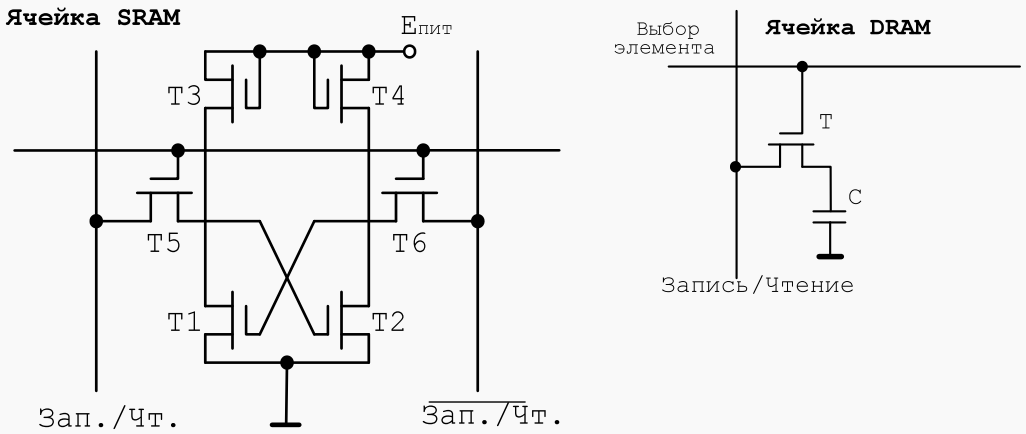
На сладе представлено графическое изображение элементов на электрических схемах в стандарте ГОСТ (принят в СССР, используется для электрических схем в РФ) и стандарте ANSI (американских стандарт). Для функций И,ИЛИ и исключающее ИЛИ (обычно используется для сравнения) приведены таблицы истинности.

Простейшая микросхема объединяет несколько логических элементов и обычно содержит входы и выходы этих элементов, а также входы для подачи напряжения питания.

Функциональные элементы ЭВМ

ИТМО ВТ

- Элементы хранения (DRAM/SRAM)

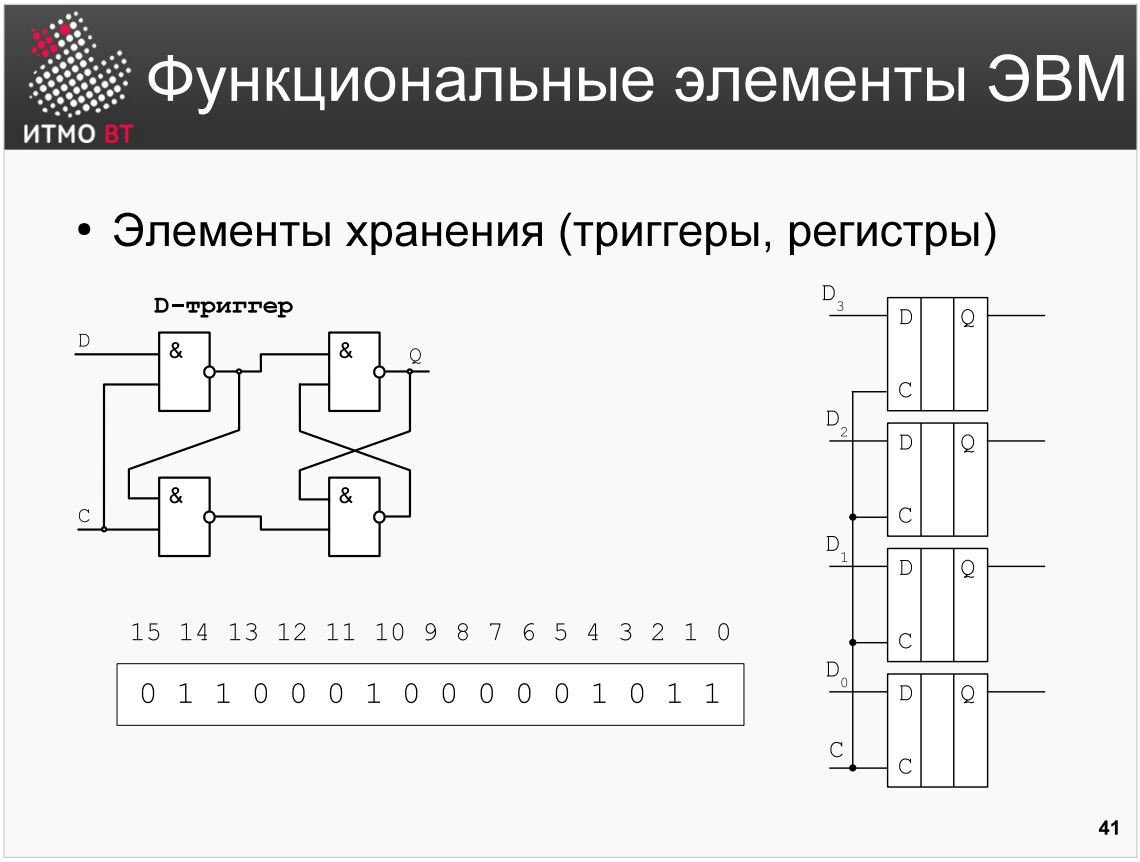


40

Для хранения информации и данных в ЭВМ используется оперативная память, информация в которой сохраняется, пока ЭВМ включена. В современных вычислительных системах существует два типа оперативной памяти: динамическая память (DRAM) и статическая память (SRAM).

В DRAM – информация хранится на емкости, которая находится в цепи зарядов транзистора. Ячейка памяти состоит из одного транзистора и одного конденсатора (на рисунке справа). Недостаток такой памяти: емкость постепенно разряжается, соответственно информация теряется. Для того, что бы поддерживать заряд на емкости предусмотрено устройство регенерации памяти: компьютер раз в определенное время (64 мс) сканирует всю имеющуюся оперативную память и считывает каждую ячейку, возобновляя заряд на конденсаторе. Достоинством DRAM является ее дешевизна на единицу хранимой информации, т. к. для одного бита используется всего один транзистор.

Статическая память SRAM не требует регенерации за счет такой конструкции ячейки, где шесть транзисторов объединены в схему, которая самоподдерживает свое состояние за счет обратных цепей связи. Однако цена такой памяти будет больше, кроме того, ячейки данного типа являются более быстродействующими. На их основе строится память, которая обычно встроена в процессор. К такой памяти относятся, например, кэш память различных уровней.



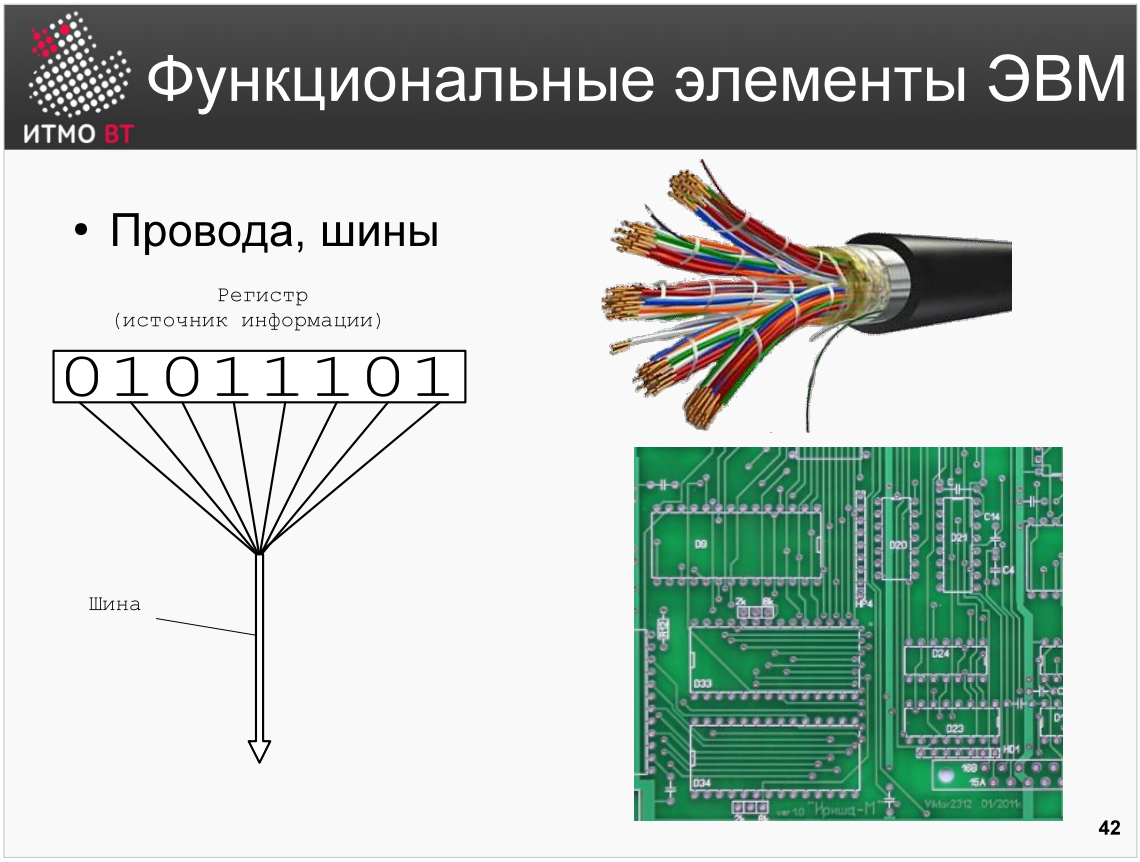
С точки зрения схемы ЭВМ, построенной на логических элементах, в качестве хранения информации используются триггеры. *Триггер* = «защелка», с помощью которой можно хранить и управлять информацией.

Например, D-триггер представляет собой ячейку информации, хранящую один бит информации. Простейшая схема D-триггера изображена слева сверху на слайде. У триггера есть 2 входа. Один из них D – информационный, на него подается значение, которое необходимо сохранить, и C – вход синхронизации, который определяет, будет ли значение на информационном входе записано в триггер.

Когда C=0, значения в триггер не сохраняются, и значение выхода Q будет неизменным, т. е. триггер хранит ранее записанную информацию. Если C=1, то триггер возьмет значение с информационного входа D, и сохранит в своей схеме хранения. Выход Q станет равным входу D. При снятии единичного сигнала со входа C триггер защелкнется, и значение на входе D не будет влиять на сигнал на выходе триггера Q.

Триггеры объединяются в регистры. Справа на слайде показан регистр, который хранит 4 бита информации. Имеется общий вход C, который для всех триггеров один. Когда на него подается 1, одновременно вся информация поместится в ячейки памяти. И будет там храниться неопределенно долг, до тех пор, пока вы не решите заменить ее любой другой информацией.

Таким образом, регистры образуют промежуточное хранение информации. Регистры мы будем обозначать прямоугольниками, как представлено внизу слева на слайде. Данный регистр 16ти-разрядный, т.е. он содержит 2 байта или 2 слова.



В ЭВМ информацию нужно не только хранить, но и передавать от одного регистра к другому. Передача информации осуществляется с помощью линий передачи (или проводов), которые объединяются в *шины*. Для четырехразрядного регистра, приведенного на предыдущем слайде потребуется 4 информационных (D0-D3), один управляющий (C) и одна общая («земля») линия передачи данных, по которой ток от всех проводов течет в противоположном информационным сигналам направлении. Таким образом, для передачи 4-х бит информации необходимо, как минимум, 6-ть проводов.

Обычно, внутри ЭВМ шины выглядят могут выглядеть как представлено на слайде справа.

При передачи информации на дальние расстояния появляются ошибки передачи. Это связано с тем, что у проводов образуется электромагнитные поля, взаимодействующие друг с другом. Кроме того, широкое использование электрических приборов наводит на линии связи большое количество внешних помех. Для минимизации помех отказываются от использования общего провода и скручивают прямой и обратный провода, по которым идет сигнал, в *витую пару*. В витой паре наведенные помехи взаимно уничтожаются, т. к. помеха наводится одновременно на прямой и обратный проводник сигнала.

На схемах шина будет обозначаться широким проводником.

Передачу информации обычно нужно осуществлять не непрерывно, а в строго заданное (тактовым генератором) время. Для этого предусмотрено логическое устройство, называемое *вентилем*, которое функционирует по принципу хорошо известного нам крана. Вентиль может быть в открытом состоянии, и тогда информация с выхода одного регистра поступает на другой, или в закрытом, тогда передача информации блокирована Функцию вентиля в единичной логике осуществляет функция «И».

У вентиля есть управляющий и информационный сигналы. На его выходе единица будет только в том случае, если информационный и управляющий сигналы будут равны единице (кран открыт и течет вода). Если кран открыт, но вода не течет, на выходе будет 0. В домашнем кране так бывает, когда летом отключили горячую воду. Таким образом управляющий сигнал разрешает или запрещает передачу информации.

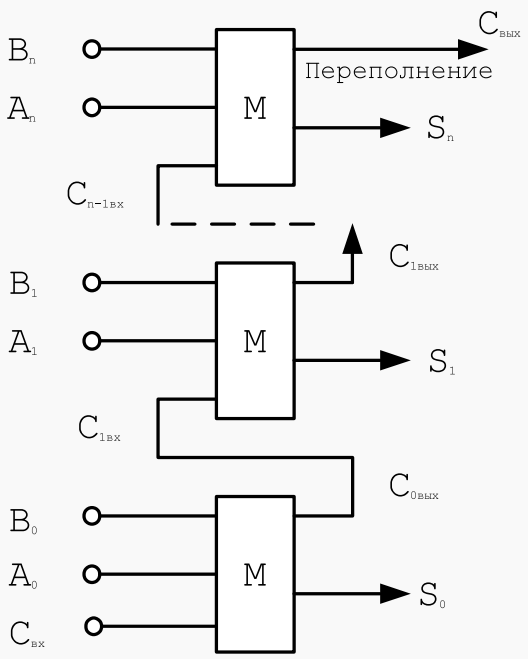
На наших функциональных схемах мы будем обозначать вентиль ромбиком.

Функциональные элементы ЭВМ

ИТМО ВТ

- Сумматоры (входят в АЛУ)

SUM				
Свх	Ai	Bi	Свых	Si
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



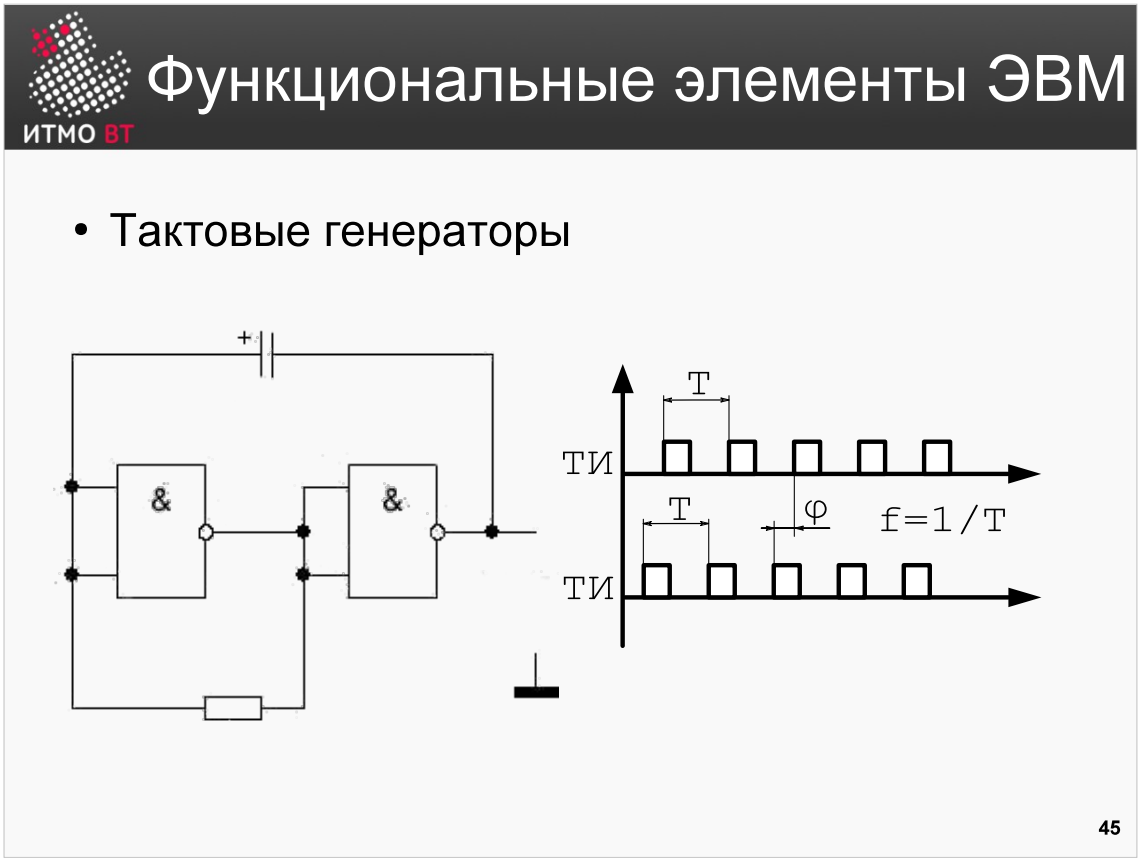
44

Вычислительная машина не только передает и хранит данные. Она должна еще выполнять с ними различные арифметические или логические операции. Например, одни из простейших операций – сложение и вычитание, осуществляются с помощью сумматора (входит в АЛУ).

В общем случае, для сложения 2х разрядов многоразрядного двоичного числа у логического элемента должны присутствовать 3 входа — два для значений разрядов слагаемых и один, дополнительный, для входящего переноса из предыдущего разряда, и два выхода — для значения суммы и выходящего переноса. Перенос передается следующему разряду после суммирования предыдущих (аналогично сложению в столбик).

Обратите внимание на схему. На ней как раз изображено, что есть числа A и B и входящий перенос. Соответственно, результат сложения обозначен S, а поразрядный перенос C_i мы должны передавать с выхода одного элемента на вход следующему. Т.е. сколько разрядов, столько и должно быть передач поразрядных переносов. Если присутствует поразрядный перенос из старшего разряда, то фиксируется выход за границы разрядной сетки или *переполнение*.

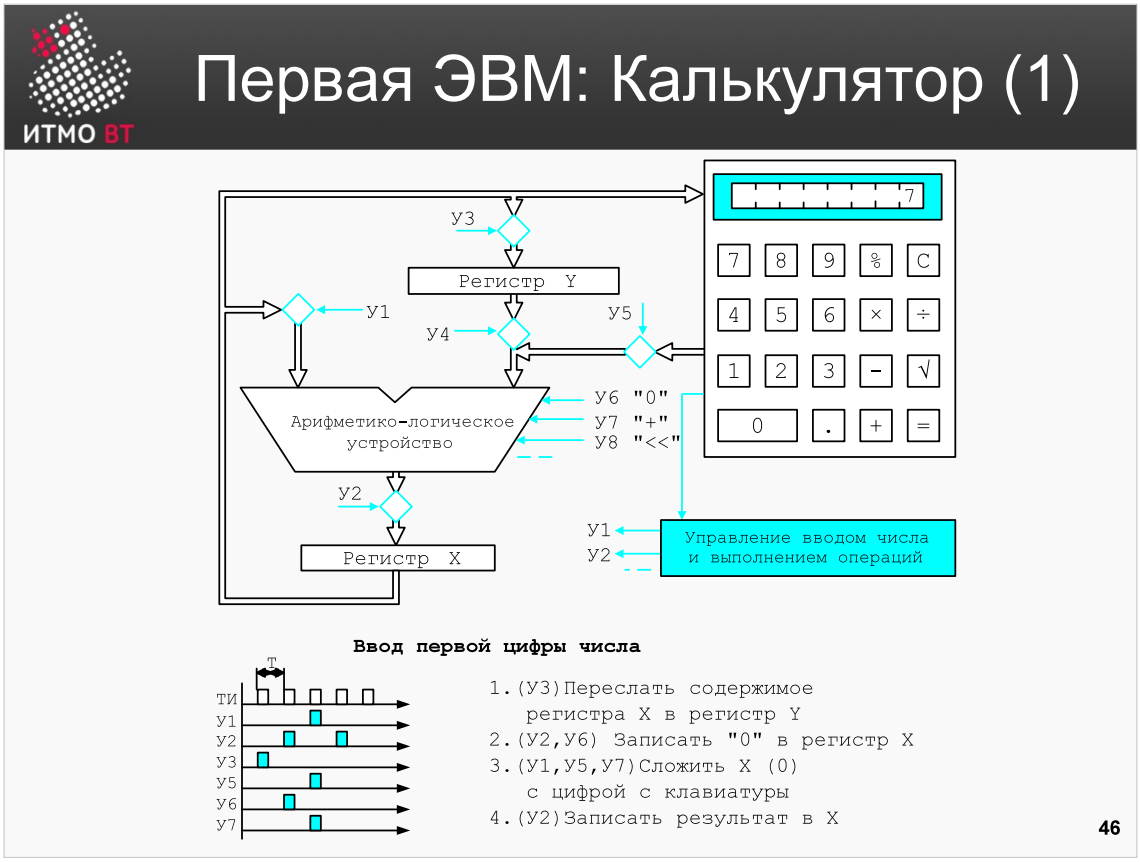
Таким образом, одной из проблем сумматоров является то, что при сложении двух 16-ти разрядных чисел может получиться 17ти-разрядное число. Другой проблемой, является то, что при сложении значение каждого следующего разряда зависит от предыдущего, это приводит к снижению быстродействия. Если быстрота срабатывания одного элемента равна V_s, то скорость сложения последовательного поразрядного сумматора для 16-ти разрядов будет $16*V_s$.



Тактовые генераторы являются «сердцем» ЭВМ. Подобно человеческому сердцу они задают ритм работы вычислительной машины в целом. Все пересылки данных, арифметические или логические операции могут происходить только в строго заданное время, определяемое размером такта генератора. Одни операции могут выполняться по фронту сигнала ТК, другие по значению, некоторые по спаду сигнала. К концу такта все операции должны быть завершены. Использование разных частей импульса ТГ для обработки информации связанно с тем, что в элементах ЭВМ производительность отдельных элементов имеет конечное значение, обусловленное переходными процессами в них. Поэтому, например, для суммирования может использоваться фронт импульса, а для записи значения суммы в регистр — спад.

Тактовые генераторы характеризуются частотой , длительностью периода импульса и фазовым сдвигом начала импульса. Если в ЭВМ используется несколько тактовых генераторов (а так обычно и есть) то они должны быть синхронизированы между собой, т. е. сдвиг фаз должен быть равен нулю.

Частота современных тактовых генераторов процессора = 3Ггц. Длина импульса при этом составляет около 0,3 нс.



Рассмотрим принципы функционирования простейшей ЭВМ — калькулятора. Он состоит из двух регистров — X и Y, хранящих результаты ввода пользователя и промежуточных вычислений, АЛУ, которая может выполнять простейшие арифметические и логические операции, шин и управляющих вентилей, осуществляющих передачу данных между функциональными блоками калькулятора, устройства управления (УУ), клавиатуры и дисплея.

Дисплей постоянно отображает содержимое регистра X (проследите о шине путь информации от X к дисплею, убедитесь, что вентили на этом пути отсутствуют). Клавиатура передает значение нажатой клавиши на вентиль У5, каждое нажатие на клавишу запускает УУ, которое в зависимости от текущего состояния ЭВМ формирует последовательность импульсов для выполнения требуемой операции, которая называется *циклом* импульсов. Каждая группа импульсов выдается последовательно, в моменты, совпадающие с импульсами тактового генератора.

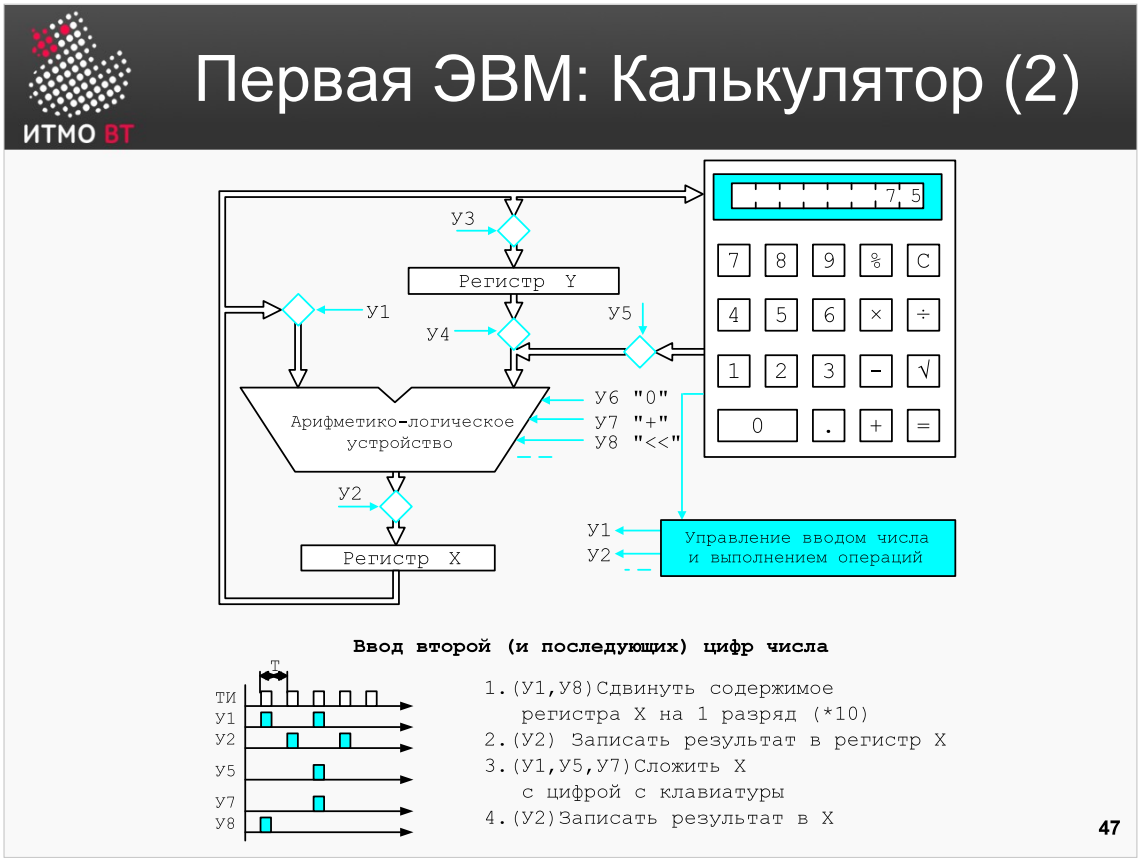
Предположим пользователь вводит первую цифру необходимого ему числа (7). Так как это новая операция, УУ, после своей активации нажатием кнопки 7, выдаст последовательность управляющих импульсов для первой цифры числа.

В первую очередь необходимо сохранить предыдущее значение регистра X в регистре Y. Для этого должен быть открыт вентиль, управляющий записью в регистр Y. Он открывается управляющим сигналом У3.

После этого необходимо обнулить регистр X, подготовив его для новой цифры числа, которая была введена с клавиатуры. Для этого должны быть закрыты все вентили, кроме У2 — который осуществляет передачу данных из АЛУ в регистр Y и У6 — который сформирует в АЛУ значение 0.

Далее необходимо сложить значение 0 с цифрой с клавиатуры. Для этого содержимое регистра X поступает на правый вход АЛУ (У1), цифра с клавиатуры на правый вход АЛУ (У5), и выбирается операция сложения (У7).

В конце цикла необходимо передать результат сложения в регистр X (У2), отобразив его, при этом, на дисплее.



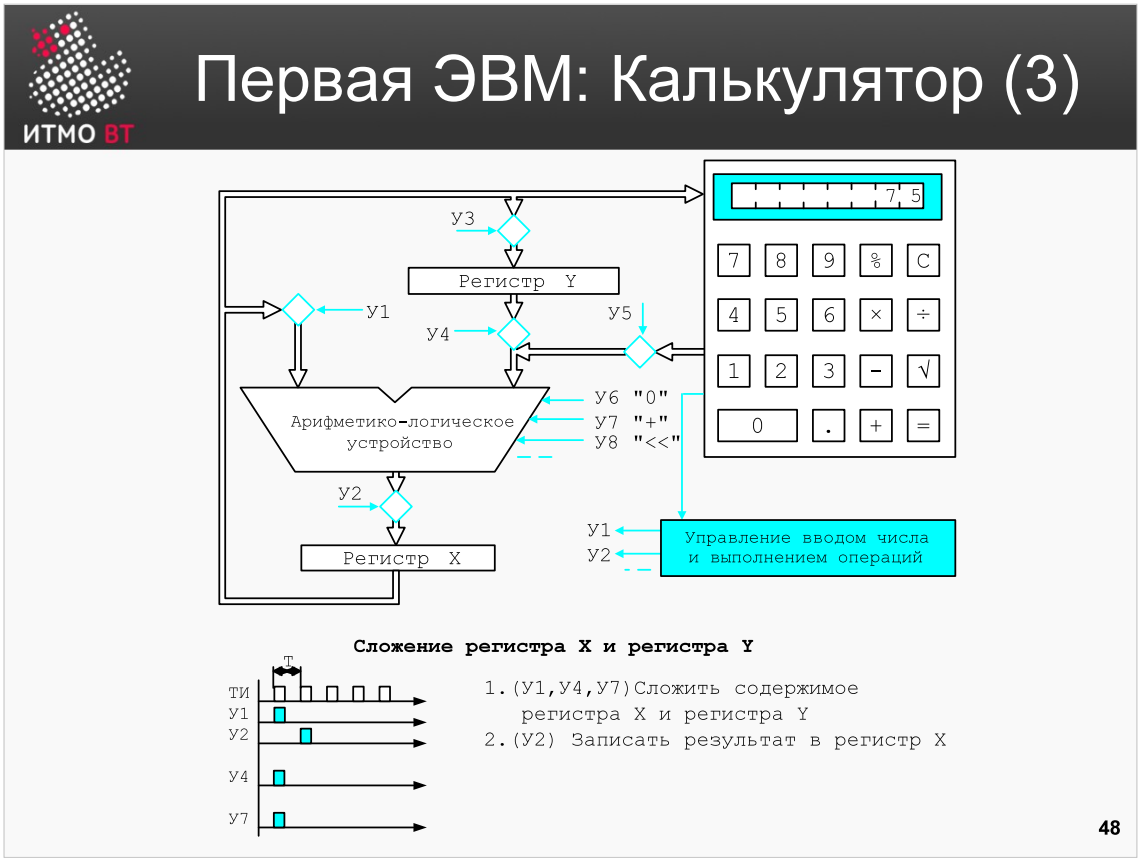
Для ввода второй и последующих цифр необходимо осуществлять поразрядный сдвиг регистра X после каждой введенной цифры и складывать введенную цифру со сдвинутым содержимым регистра X. Разберем этот цикл по тактам:

1. Содержимое регистра X через вентиль, управляемый У1 подается на левый вход АЛУ, при этом вентили У4, который управляет передачей из регистра Y и У5 (ввод с клавиатуры), должны быть закрыты, при этом на правый вход АЛУ подается 0. Управляющий сигнал У8 вызовет сдвиг информации, которая поступает на левый вход АЛУ. В двоично-десятичной системе счисления (в которой обычно выполняют вычисления калькуляторы) сдвигу на один десятичный разряд соответствует умножение на 10.

2. Результат сдвига записывается (управляющий сигнал У2) в регистр X.

3. Затем необходимо сложить результат сдвига с новой цифрой с клавиатуры. Для этого содержимое регистра X поступает на правый вход АЛУ (У1), цифра с клавиатуры на правый вход АЛУ (У5), и выбирается операция сложения (У7).

4. Результат сдвига и сложения записывается (управляющий сигнал У2) в регистр X.



Когда пользователь нажимает кнопку «+» или «=», в зависимости является ли это сложение промежуточной или конечной операцией, необходимо сложить содержимое регистра X и регистра Y. Для этого:

1. Содержимое регистра X подается на левый вход АЛУ (У1), содержимое регистра Y подается на правый вход АЛУ (У4) и выполняется операция сложения (У7). Все остальные вентили при этом закрыты (в первую очередь должен быть закрыт У5).

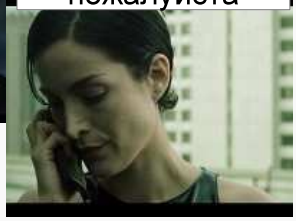
2. Результат записывается в регистр X и показывается на экране калькулятора.

ИТМО ВТ

Do you know, how to drive that thing?

- Ты умеешь управлять вертолетом?
- Еще нет.

- Тэнк, программу управления, пожалуйста



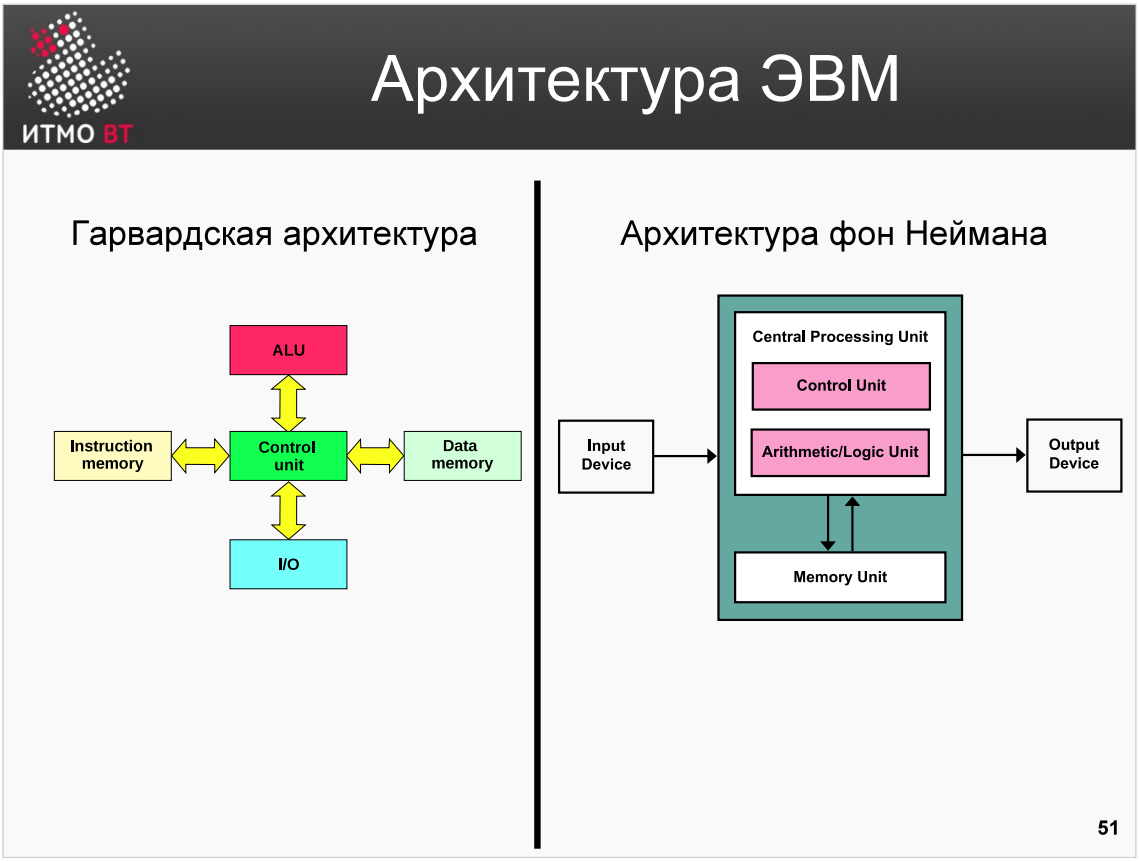
- Пойдем!

49

ИТМО ВТ

Общие сведения о БЭВМ

4

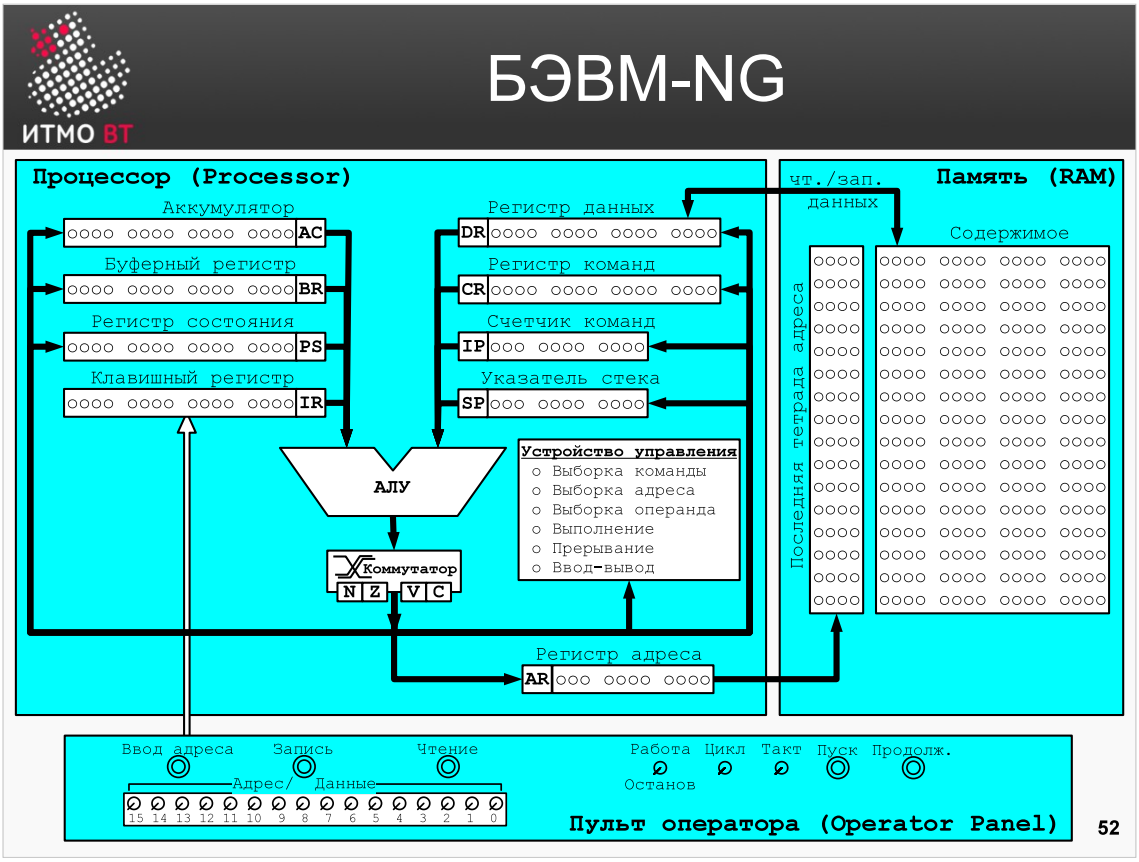


В разработке вычислительных систем исторически сложились два, отличающихся друг от друга, подхода к их построению, называемые, архитектура фон Неймана и Гарвардская архитектура. Основным отличием между архитектурами является способ работы с памятью. В настоящее время в чистом виде архитектуры встречаются редко, обычно используется их комбинация в разных функциональных блоках ЭВМ.

В Гарвардской архитектуре центральным устройством является Control Unit – управляющее устройство в ЭВМ. Все остальные устройства ЭВМ подключены к управляющему устройству и взаимодействуют через него. Память для команд (instruction memory), данных (data memory) и устройств ввода вывода физически отделена друг от друга. Как было указано выше, в чистом виде такая архитектура уже не используется, но идея физического разделения кода и данных оказалась очень полезной для развития развития функциональных подсистем ЭВМ и операционных систем. Используя такой подход нельзя нарушить логику программы, попытавшись исполнить данные или трактовать инструкции как данные программы.

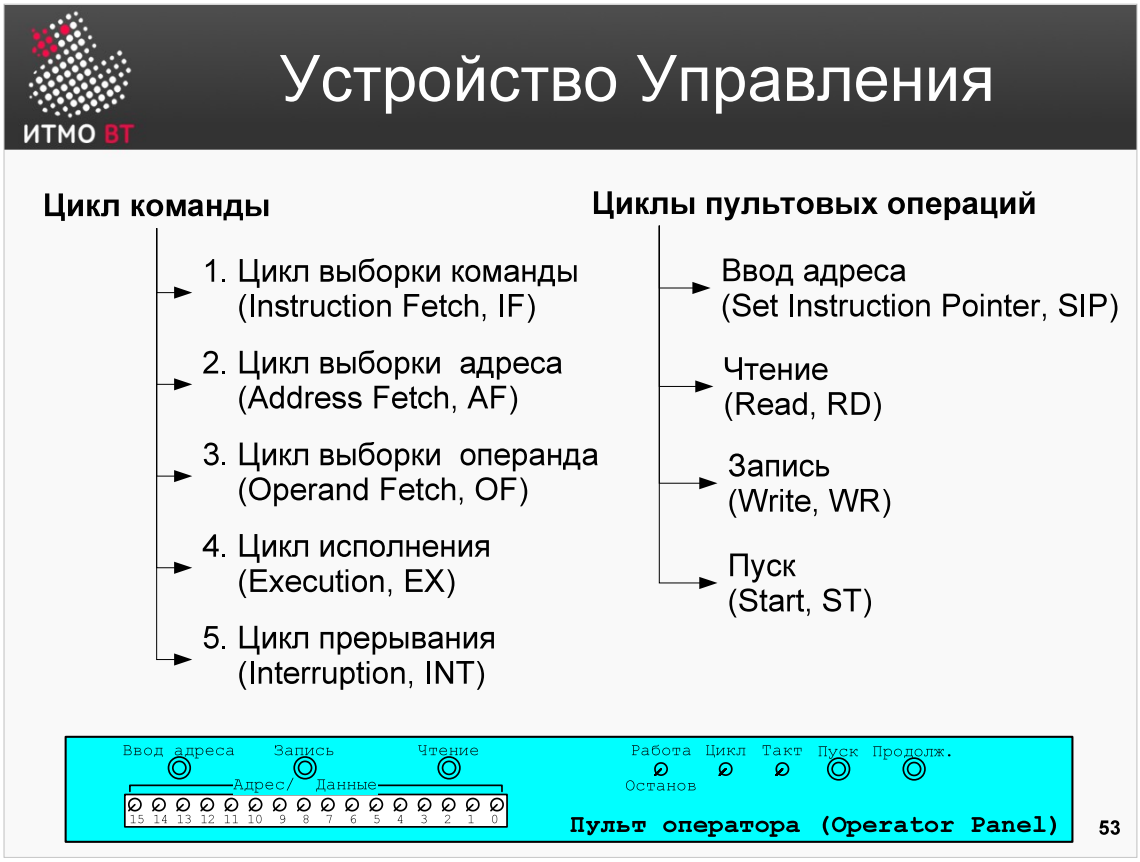
В противоположность Гарвардской, архитектура фон Неймана содержит все в общей памяти. Нельзя определить, что находится в ячейке, данные или инструкции, без дополнительного анализа кода самой программы. При этом устройство обращения к памяти едино для данных и инструкций, что упрощает конструкцию ЭВМ. Отдельно выделены устройства ввода вывода, которые являются внешними по отношению к процессору — объединению памяти, АЛУ и управляющего устройства.

Базовая ЭВМ – характерный пример архитектуры фон Неймана.



БЭВМ включает в себя нескольких функциональных блоков и регистров:

- Память – состоит из 2048 ячеек. Каждая ячейка занимает 16 разрядов. Для обращения к памяти существует два регистра: 11-разрядный *регистр адреса* (AR - Address Register), в который нужно поместить адрес прежде чем обратиться к памяти; 16-разрядный *регистр данных* (DR - Data Register), который предназначен для чтения или записи данных в/из ячеек памяти. Чтение данных и запись данных реализуется по шинам, которые подключаются к ячейке памяти.
- 11-разрядный *счетчик команд* (IP - Instruction Pointer). Хранит в себе адрес следующей исполняемой команды.
- *Арифметико-логическое устройство* или *АЛУ* (ALU - Arithmetic-n-Logic Unit) может выполнять несколько операций: сложение, логическое умножение, инверсия и прибавление единицы. При операций «сложение» возможен выход за пределы разрядной сетки и формирование битов переполнения и переноса. Выход из АЛУ через коммутатор подключается к шине, по которой информация может быть передана в любой другой регистр БЭВМ.
- *Буферный регистр* (BR - Buffer Register) это 16-разрядный регистр, который используется для организации промежуточного хранения данных во время работы.
- *Регистр команд* (CR - Command Register) – используется для хранения кода команды и декодирования операций, происходящих во время работы.
- *Аккумулятор* (AC - ACcumulator). БЭВМ относится к ЭВМ, которые называются ЭВМ аккумуляторного типа, где все вычисления с данными производятся через этот регистр.
- *Указатель стека* (SP - Stack Pointer), как и IP и AR 11-ти разрядный, и всегда указывает на вершину стека - особого участка памяти, который предназначен для хранения адресов возвратов и параметров подпрограмм и прерываний.
- 16-разрядный *клавишный регистр* (IR - Input Register) – находится в составе *пульта оператора* ЭВМ и предназначен для ввода адреса программы, кодов программы и данных, запуска программы на выполнение и управления режимами работы БЭВМ.
- 16-ти разрядный *регистр состояния* (PS - Program State) хранит биты управляющие работой БЭВМ (работа, прерывание и пр.) и признаки результата.



Устройство управления разработано в виде *микропрограммного устройства управления* (МПУ, MCU — Microprogram Control Unit) — простейшего компьютера, программа которого непосредственно состоит из *микроопераций* - т. е. по-тактного изменения значений вентилей БЭВМ, которые задают атомарные операции: вычисления в АЛУ, пересылки данных между регистрами и простейшие проверки. Код программы для МПУ называется *микрокодом*.

МПУ выполняет все машинные команды БЭВМ. Исполнение в МПУ машинной команды называется *циклом команды*. Цикл команды логически разбит на пять циклов:

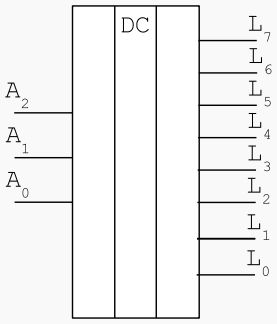
- *Цикл выборки команды*. Осуществляет загрузку исполняемой команды в регистр команды и частичное ее декодирование. Выполнятся для каждой исполняемой команды.
- *Цикл выборки адреса*. Предназначен для обработки адресных команд и выборки адреса операнда с учетом режимов адресации.
- *Цикл выборки операнда*. Для тех команд, где это необходимо, размещает в DR второй операнд команды. Первым, напомним, является аккумулятор.
- *Цикл исполнения*. Производится исполнение команды.
- *Цикл прерывания*. Цикл выполняется в том случае, если разрешены прерывания и устройство ввода-вывода готово к обмену (то есть, требует прерывания — будет обсуждено позднее).

Для обеспечения работы оператора БЭВМ в ней предусмотрена микропрограммная реализация *циклов пультовых операций*:

- *Ввод адреса* — адрес из клавишного регистра вводится в счетчик команд.
- *Чтение* — информация по адресу в IP читается из памяти в DR, IP увеличивается на единицу.
- *Запись* — информация из IR записывается в память по адресу в IP, IP увеличивается на единицу. Используется для ввода программы и данных в режиме оператора.
- *Пуск* — осуществляет сброс состояния БЭВМ и переход к выполнению программы.

На панели оператора, кроме того, расположены другие органы управления — переключатель «Работа/Останов», который вызывает останов программы после каждой команды; переключатель «Такт», который может выполнить микрокод по одному такту, кнопка «Продолжение» - возобновляющая работу остановленной БЭВМ.

Отступление: Дешифратор

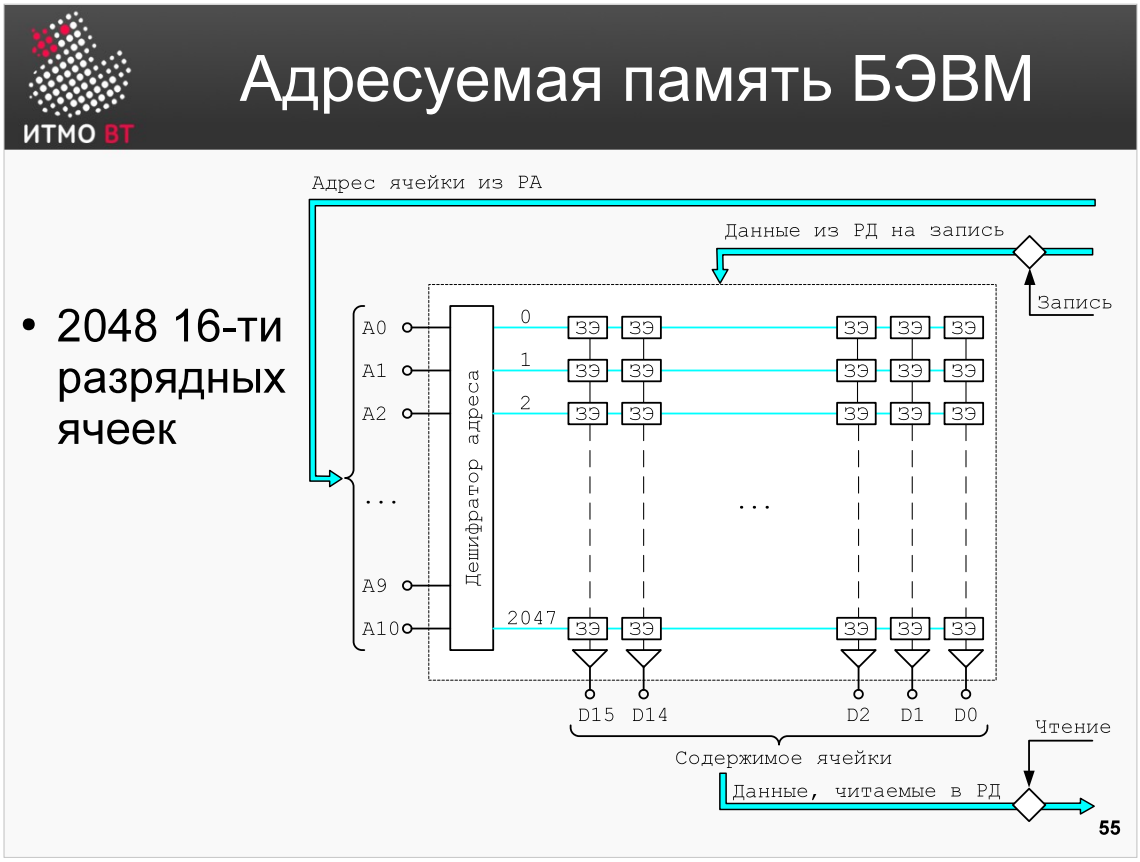


Адрес			Строка							
A_2	A_1	A_0	L_7	L_6	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	L_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

54

Структурная схема памяти в простейшем случае состоит из дешифратора адреса и элементов памяти. Рассмотрим как работает дешифратор.

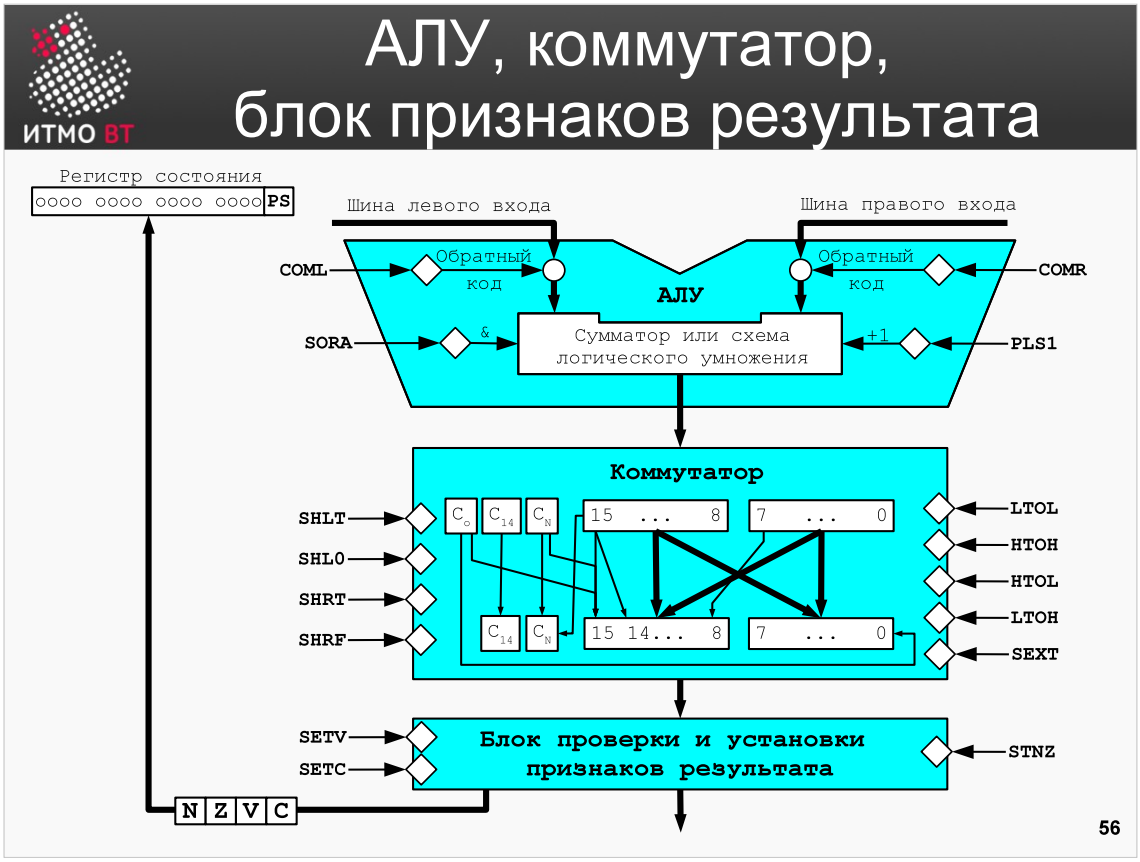
Дешифратор – это устройство, на ввод которого подается код числа, а на выходе выбирается только одна выходная линия, номер которой соответствует коду на входе дешифратора. На слайде приведено схематическое изображение дешифратора и таблица истинности им реализуемая. В схемах памяти дешифратор используется для выбора строки памяти, соответствующую нужному адресу (коду) на входе дешифратора.



Память Базовой ЭВМ является адресной (или еще говорят, адресуемой) памятью. *Адресуемая память* выбирает одну из ячеек, которая соответствует коду адреса, и операция с памятью (чтение или запись) производится с этой выбранной ячейкой. Т.е. для того, чтобы прочитать или записать ячейку памяти необходимо знать адрес ячейки. Структура памяти представлена на слайде.

По верхней шине адреса поступает адрес из регистра адреса и попадает на дешифратор адреса. На выходе дешифратора активируется одна из линий, и на этой линии находится несколько запоминающих элементов, количество элементов соответствует *разрядности* памяти. После этого, приходит сигнал о необходимой операции, активируется та часть схемы, которая отвечает за запись данных в память или чтения из памяти в регистр данных.

В БЭВМ существует 2048 16-ти разрядных ячеек адресуемой памяти. Адрес, как мы помним, является 11-ти разрядным. 211=2048.



Рассмотрим структуру и состав арифметико-логического устройства (АЛУ) БЭВМ.

АЛУ имеет два входа – левый и правый. На каждом входе АЛУ расположен инвертор — схема побитной инверсии поступающих на вход сигналов. Эти схемы позволяют получить обратный код двоичного числа поступающих на заданный вход АЛУ. В обратном коде (рассмотренном далее) происходит побитовая замена единиц на нули и наоборот.

Отдельный вентиль предназначен для выполнения в АЛУ операции увеличение на 1 или *инкремента*. Это сделано путем подачи единичного сигнала на вход входного переносна сумматора (+1 на слайде). Соответственно, инкремент может только осуществляться во время операции сложения в АЛУ.

Основная часть АЛУ состоит из схемы сумматора или логического умножения. Выбор операции производится при помощи вентиля SORA (Sum OR And). Если на его входе 1, то будет выполнятся поразрядное логическое умножение левого и правого входа АЛУ, в противоположном — сложение операндов с учетом входного переноса и формирование выходного переноса. Схемы сумматора или логического умножения непосредственно подключены к коммутатору.

В Коммутатор поступают 18 разрядов с АЛУ (16-ть разрядов результат операции плюс сформированный биты нового переноса и переноса из 14 разряда сумматора в 15-й), а также предыдущее значение переноса из регистра состояния. В коммутаторе осуществляются прямая передача данных, обмен байтов слова, расширение знака младшего байта в старший, а также арифметические и логические сдвиги. Выход коммутатора поступает на блок формирования однобитовых признаков результата, которые характеризуют результат операции, проведенной в АЛУ и коммутаторе:

- Бит признака отрицательного числа (N - Negative)
- Признак того, что буферный регистр содержит 0 (Z — Zero). Данный бит содержит единицу , когда все биты буферного регистра = 0.
- Бит переполнения знаковых чисел (V — oVerflow)
- Бит переноса C беззнаковых чисел (Carry)

Все команды БЭВМ можно разделить на четыре типа, на слайде представлен первый тип — *Адресные команды*. Выбор одного из типов команды осуществляется МПУ при помощи анализа старших четырех бит кода команды, которые называются кодом операции (сокращенно, КОП).

Адресные команды предназначены для осуществления операций БЭВМ с использованием различных видов адресации. Вместе все 12 бит, задающих адресацию, составляют *адресную часть команды*.

В свою очередь делятся на три типа:

1) *С прямой абсолютной адресацией* — в бите 11 у этих команд всегда 0, а в адресной части (битах с 0 по 10) записано значение адрес операнда в памяти. При выполнении операции команда непосредственно обращается по данному адресу выбирая или записывая операнд.

2) *С относительной адресацией* — 11-й бит содержит 1, а биты 8-10 режим адресации. В биты 0-7 записано смещение, которое используется для вычисления адреса операнда в памяти с помощью прибавления смещения к значению IP. Смещение может быть и положительным и отрицательным, позволяя адресовать 127 ячеек до и 128 ячеек после текущей команды в памяти. Подчеркнем, что смещение 0 будет указывать на следующую за командой ячейку. Режимы адресации могут быть:

- прямая относительная (прямая со смещением относительно IP);
- косвенная относительная;
- косвенная автоинкрементная;
- косвенная автодекрементная;
- со смещением относительно SP.

3) *С непосредственной (прямой) загрузкой операнда* в аккумулятор. Для такого формата биты 8-11 установлены в единицы. Адресная команда с прямой загрузкой использует число в битах 0-7 команды в качестве операнда.

На слайде представлены оставшиеся три типа команд:

Безадресные команды. Этот тип предназначен для кодирования команд, которые не содержат адрес ячейки памяти для указания операнда или перехода. Код операции всегда равен 0000. Остальные разряды являются расширением кода операции, позволяя реализовать дополнительные безадресные команды.

Команды ввода-вывода. Состоят их трех частей: код операции (всегда имеет значение 0001), приказ на ввод-вывод (ввод, вывод, проверка и сброс флага устройства) и 8-ми разрядный адрес устройства ввода-вывода. 8 разрядов адреса позволяет адресовать максимум 256 устройств. Команды ввода-вывода используются для взаимодействия процессора с внешними устройствами, которые способны сохранять и представлять информацию в удобном и привычном для человека виде.

Команды ветвления используются для организации переходов по заданному условию. Например, если в результате арифметической операции получилось отрицательное число, то команда `BMI` (Branch if Minus) перейдет к адресу, заданным смещением относительно текущего месторасположения команды (адрес перехода вычисляется как смесумма смещения в команде и текущего счетчика команд). КОП таких команд 1111, в разрядах расширяющих КОП кодируется условие перехода.

Наименование	Мнемон.	Код	Описание
Логическое умножение	AND M	2XXX	M & AC ➔ AC
Логическое или	OR M	3XXX	^(^M & ^AC) ➔ AC
Сложение	ADD M	4XXX	M + AC ➔ AC
Сложение с переносом	ADC M	5XXX	M + AC + C ➔ AC
Вычитание	SUB M	6XXX	AC – M ➔ AC
Сравнение	CMP M	7XXX	Установить флаги по результату AC–M
Декремент и пропуск	LOOP M	8XXX	M - 1 ➔ M; Если M <= 0, то IP + 1 ➔ IP
Резерв		9XXX	
Загрузка	LD M	AXXX	M ➔ AC
Обмен	SWAM M	BXXX	M ↔ AC
Переход	JUMP M	CXXX	M ➔ IP
Вызов подпрограммы	CALL M	DXXX	SP - 1 ➔ SP, IP ➔ (SP), M ➔ IP
Сохранение	ST M	EXXX	AC ➔ M

Адресные команды представлены на слайде в виде таблицы. Колонка наименование содержит описание операции команды. Колонка мнемоника — название команды, характерное для языка ассемблера, где M — ячейка памяти, на которую указывает адресная часть команды. Во время циклов выборки команды и выборки адреса на основании M вычисляется адрес операнда в памяти. Код операции записан в первой тетраде, а «XXX» отражает численное представление адреса операнда в команде. Описание команды представляет собой символическое обозначение операции, которая происходит на цикле исполнения команды. Адресные команды состоят из арифметических и логических команд, команд пересылки, организации подпрограмм и циклов.

Обратите внимание на несколько команд. SUB (от Subtraction, вычитание) производит операцию вычитания операнда, идентифицированного адресной частью команды (M), из аккумулятора. После выполнения этой команды устанавливаются признаки результата. Вычисление разности происходит через сложение с отрицательным числом в одну операцию АЛУ, т. е. выполняется AC + (^M+1), при этом устанавливается корректно признак переноса C. В отличии от сложения, где значение C=1 говорит о выходе беззнакового результата из разрядной сетки, в вычитании после операции такую же роль играет значение C=0. CMP (Compare или сравнение) ведет себя подобно SUB, но не сохраняет результат в AC, устанавливая только признаки результатов.

Команда LOOP — предназначена для организации циклических вычислений. Она уменьшает на 1 содержимое ячейки, указанной в адресной части команды, и если это содержимое после увеличения больше нуля, то выполняется следующая команда программы, а если меньше нуля, то происходит «пропуск» одной команды программы. Обычно сразу после LOOP следует безусловный переход на начало цикла.

Подпрограммы — часто повторяющиеся участки, которые вынесены в отдельную программную конструкцию. В современных языках программирования они организованны в виде процедур или функций. CALL — вызов подпрограммы, возврат из нее производится с помощью команды RET.

Команда SWAM (SWap Accumulator and Memory, обмен содержимого памяти и аккумулятора) — меняет операнд, закодированный в адресной части команды с регистром AC.

Команда JUMP используется для безусловных переходов с использованием различных режимов адресации.

Наименование	Мнемон.	Код	Описание
Нет операции	**NOP**	0000	Место для точек отладки, «патч» программы
Останов	**HLT**	0100	Отключение ТГ, переход в пультовый режим
Очистка аккумулятора	**CLA**	0200	0 ➔ AC
Инверсия аккумулятора	**NOT**	0280	^AC ➔ AC
Очистка рег. переноса	**CLC**	0300	0 ➔ C
Инверсия рег. переноса	**CMC**	0380	^C ➔ C
Циклический сдвиг влево	**ROL**	0400	AC и C сдвигается влево. AC_{15} ➔ C, C ➔ AC_0
Циклический сдвиг вправо	**ROR**	0480	AC и C сдвигается вправо. AC_0 ➔ C, C ➔ AC_{15}
Арифметический сдвиг влево	**ASL**	0500	AC сдвигается влево. AC_{15} ➔ C, 0 ➔ AC_0
Арифметический сдвиг вправо	**ASR**	0580	AC сдвигается вправо. AC_0 ➔ C, AC_{15} ➔ AC_{14}
Расширение знака байта	**SXTB**	0600	AC_7 ➔ AC_{15}...AC_8
Обмен ст. и мл. байтов	**SWAB**	0680	AC_7...AC_0 ↔ AC_{15}...AC_8

60

К безадресным командам относятся команды, у которых отсутствует адресная часть и операнды команды задаются явно в расширенном коде операции.

Команда `NOP` (NoOperation) — обычно используется для временной правки программы, с целью удаления записанных там инструкций. Кроме того, она может быть использована, для отладочных целей, когда необходимо временно остановить программу для анализа содержимого регистров и ячеек памяти. Для этого в программе в необходимых местах размещаются команды `NOP`, которые оператор может заменить на `HLT` для останова и анализа состояния. После останова программу можно продолжить. В современных отладчиках для языков программирования это реализовано при помощи break points или watch points.

Команда `HLT` переводит программу из режима работы в режим останов, отключая при этом тактовый генератор. Отключение ТГ — это особенность БЭВМ, в современных процессорах ТГ не отключается.

Циклический сдвиг осуществляет побитовый сдвиг содержимого аккумулятора и бита C (17 разрядов) в заданную сторону. При сдвиге влево 0-й бит передвигается в 1-й, 1-й во второй и т. д., при этом 15-ый бит помещается в бит переноса, а бит переноса в 0-ой бит и т.д. все биты смещаются на один влево. Циклические сдвиги могут использоваться для приема побитовой информации.

Арифметические сдвиги позволяют умножить и поделить на 2 знаковые числа. `ASL` сдвигает разряды влево, 15 разряд перемещается в C, в 0-й разряд записывается 0. `ASR` — сдвигает биты вправо, в C записывается бит с номером 0, а 15 разряд копируется в 14-й.

Команда `SXTB` позволяет расширить знак младшего байта в старший. Производится на коммутаторе, где 7 разряд входа коммутатора копируется в биты 8-15 выхода коммутатора. Такая операция необходима, в том числе для организации переходов и относительных режимов адресации, что бы было возможно ссылаться на участки до и после IP (прибавлять и вычитать с помощью 16-ти разрядного АЛУ 8-ми разрядное смещение).

Обмен старшего и младшего байта `SWAB` также производится на коммутаторе. Команд обменивает старший и младший байты AC. Это может понадобится, например, для задания в AC 16 разрядного числа при помощи команд загрузки с непосредственно заданным операндом (`LD #CA;SWAP;LD #FE`)

Наименование	Мнемон.	Код	Описание
Инкремент	INC	0700	AC + 1 ➔ AC
Декремент	DEC	0740	AC - 1 ➔ AC
Изменение знака	NEG	0780	^AC +1 ➔ AC
Чтение из стека	POP	0800	(SP)+ ➔ AC
Чтение флагов из стека	POPF	0900	(SP)+ ➔ PS
Возврат из подпрограммы	RET	0A00	(SP)+ ➔ IP
Возврат из прерывания	IRET	0B00	(SP)+ ➔ PS, (SP)+ ➔ IP
Запись в стек	PUSH	0C00	AC ➔ -(SP)
Запись флагов в стек	PUSHF	0D00	PS ➔ -(SP)
Обмен вершины стека с аккумулятором	SWAP	0E00	AC ↔ (SP)

Команды INC и DEC (инкремент и декремент) предназначены для увеличения и уменьшения содержимого AC на 1, и в современных процессорах реализуются быстрее, чем команды сложения и вычитания с единицей. Эти команды во всех современных процессорах реализованы отдельно. Команда NEG позволяет изменить знак значения в аккумуляторе.

Команды работы со стеком используют специальный 11-ти разрядный регистр БЭВМ SP (Stack Pointer). Этот регистр всегда указывает на вершину стека. При пультовой операции пуск данный регистр обнуляется вместе со всеми остальными регистрами. Когда будет выполнена первая команда PUSH, вызвана подпрограмма или произойдет прерывание регистр сперва декрементируется (если там был 0 то станет 7FF, потому, что подчеркнем еще раз, регистр SP 11-ти разрядный), а затем по адресу, записанному в этом регистре запишется значение, которое зависит от операции:

- PUSH — положить на вершину стека содержимое AC;
- PUSHF - положить на вершину стека содержимое регистра состояний — PS;
- CALL — положить на вершину стека адрес возврата из подпрограммы (в микрокоде можно увидеть, что это будет текущее значение IP);
- прерывание — положить на вершину стека последовательно адрес возврата из прерывания и регистр состояния.

Выборка значений из стека производится в обратном порядке — сначала пересылаются значения с вершины стека в необходимый регистр, а затем содержимое SP инкрементируется. В результате:

- POP — берет с вершины стека элемент и записывает в AC;
- POPF — в PS;
- RET (возврат из подпрограммы) — в IP;
- IRET (возврат из прерывания) — в PS и IP.

Команда SWAP осуществляет обмен AC с вершиной стека. Подчеркнем, что для того, чтобы что-то обменять со стеком, необходимо сначала в стек что-либо положить!

Наименование	Мнемон.	Код	Описание
Переход, если равенство	`BEQ D`	F0XX	IF Z==1 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если неравенство	`BNE D`	F1XX	IF Z==0 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если минус	`BMI D`	F2XX	IF N==1 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если плюс	`BPL D`	F3XX	IF N==0 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если ниже/перенос	`BLO D` `BCS D`	F4XX	IF C==1 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если выше/нет переноса	`BHIS D` `BCC D`	F5XX	IF C==0 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если переполнение	`BVS D`	F6XX	IF V==1 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если нет переполнения	`BVC D`	F7XX	IF V==0 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если меньше	`BLT D`	F8XX	IF N⊕V==1 THEN IP+D+1 → IP
Переход, если больше или равно	`BGE D`	F9XX	IF N⊕V==0 THEN IP+D+1 → IP
Безусловный переход	`BR D` `JUMP D`	CEXX	IP+D+1 → IP

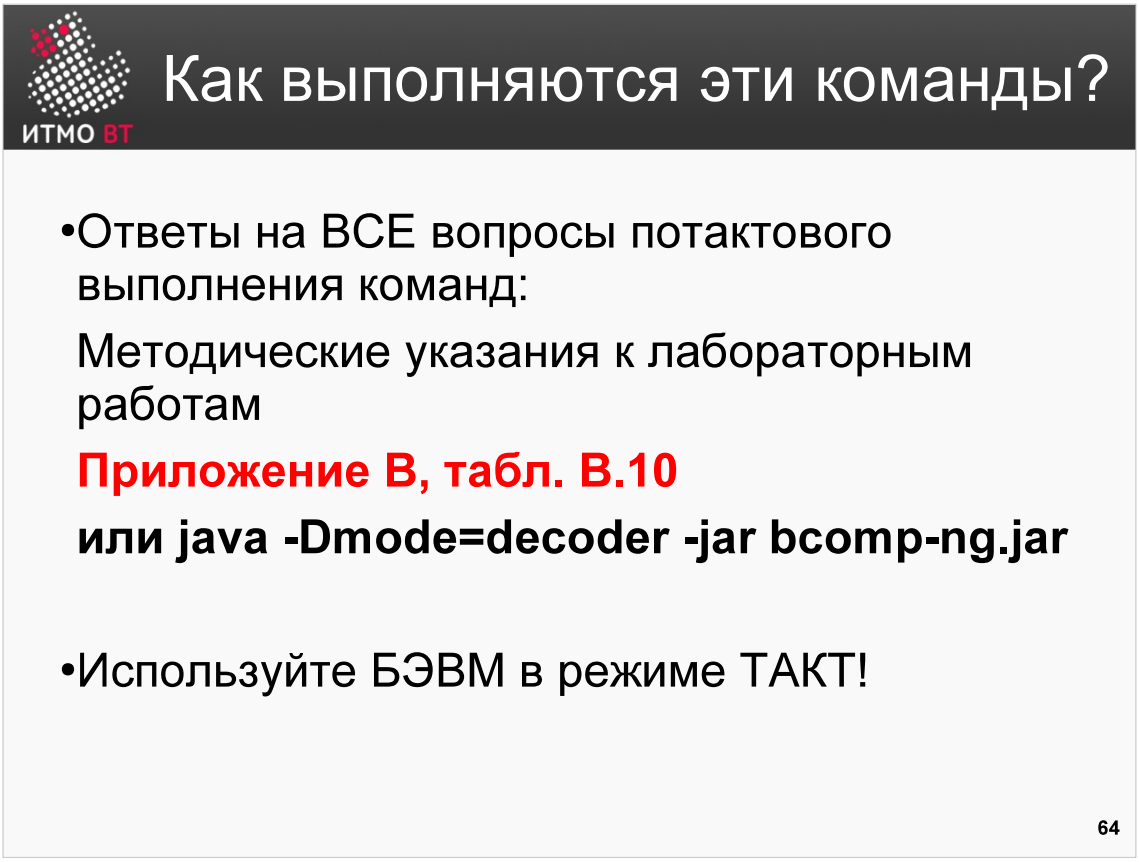
Команды ветвления выполняют переход на заданный смещением D адрес памяти, если у результата указанный признак установлены в требуемое значение. Например, при исполнении команды `BCS D` (переход, если перенос) проверяется бит переноса (C) у результата, который получен предыдущей командой. Если C=1, то смещение из кода команды D будет прибавлено к текущему значению счетчика команд и сумма будет записана в IP. Далее программа будет выполняться с этого адреса. Если C=0 то программа продолжит выполнение следующей по порядку команды.

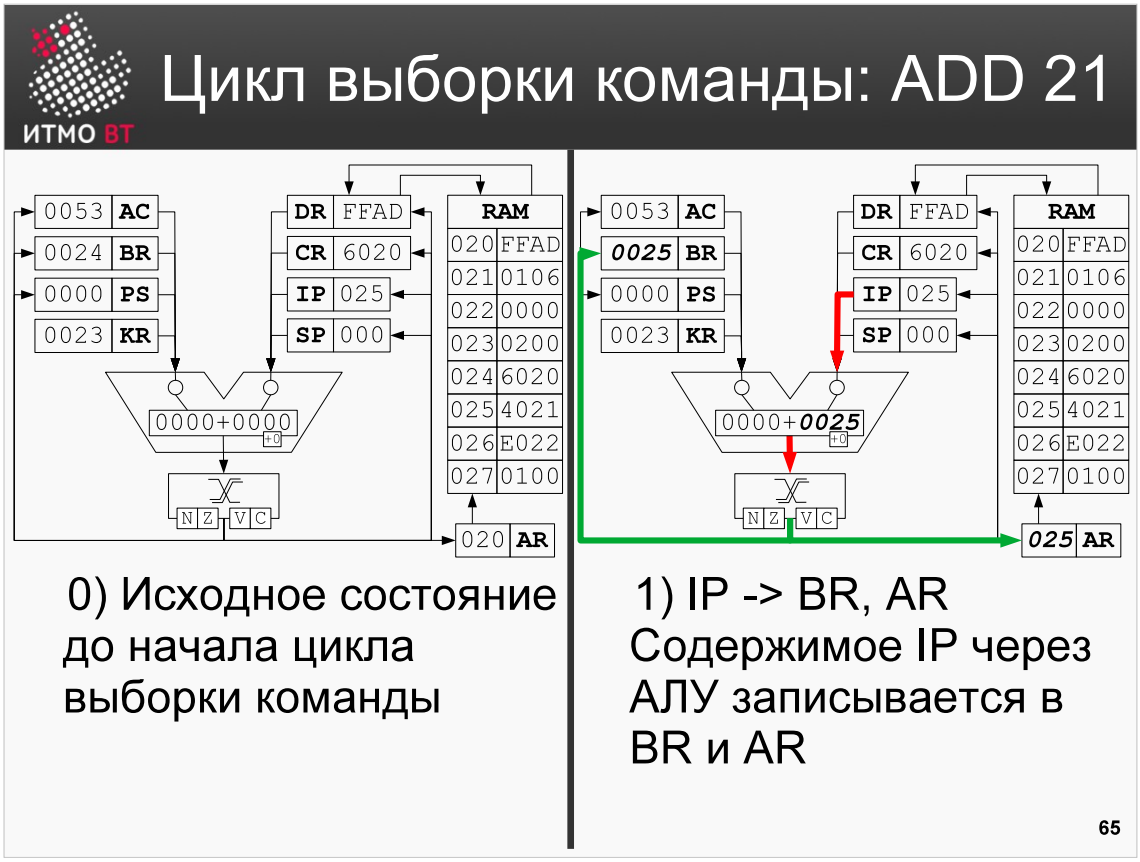
Смещение D — восемь бит в коде команды, которое позволяет перейти на 128 адресов вперед от текущего адреса месторасположения команды и -127 адресов назад. Заметим, что такие значения смещения отличаются от привычных значений минимально и максимального числа в 8-разрядной сетке (-128 и 127), потому, что IP в момент прибавления смещения содержит значение уже увеличенное на 1 после выполнения (и собственно в следствии) цикла выборки команды.

В таблице указан минимально возможный набор условия перехода в БЭВМ. Более подробно это будет обсуждено в разделе 3 конспекта.

Наименование	Мнемон.	Код	Описание
Запрет прерываний	DI	1000	
Разрешение прерываний	EI	1100	
Ввод	IN REG	12XX	REG ➔ AC
Вывод	OUT REG	13XX	AC ➔ REG
Прерывание	INT NUM	18XX	Програмное прерывание с векторм NUM
Возврат из прерывания	IRET	0B00	(SP)+ ➔ PS, (SP)+ ➔ IP

Команды ввода-вывода формируют приказы на устройства ввода-вывода. Использование будет рассмотрено в разделе 3.


ИТМО ВТ
Как выполняются эти команды?
•Ответы на ВСЕ вопросы потактового выполнения команд:
Методические указания к лабораторным работам
Приложение В, табл. В.10
или java -Dmode=decoder -jar bcomp-ng.jar
•Используйте БЭВМ в режиме ТАКТ!
64



Рассмотрим выполнение цикла выборки команды для инструкции ADD. Обратите внимание на содержимое памяти и содержимое регистров до выполнения команды.

В БЭВМ загружена программа, выполняющая вычисление Z=-X+Y:

020 Значение X= -5316=FFAD16

021 Значение Y= 10616

022 Место хранения для переменной Z (обнулено)

023 CLA — обнуление аккумулятора

024 SUB 20 — содержимое ячейки 20 вычитается из аккумулятора, в нем будет -X

025 ADD 21 — содержимое ячейки 21 будет добавлено к значению, которое находится в аккумуляторе. Т.е. сложатся значения из 20 и 21 ячеек.

026 ST 22 — запись значения суммы в ячейку 22

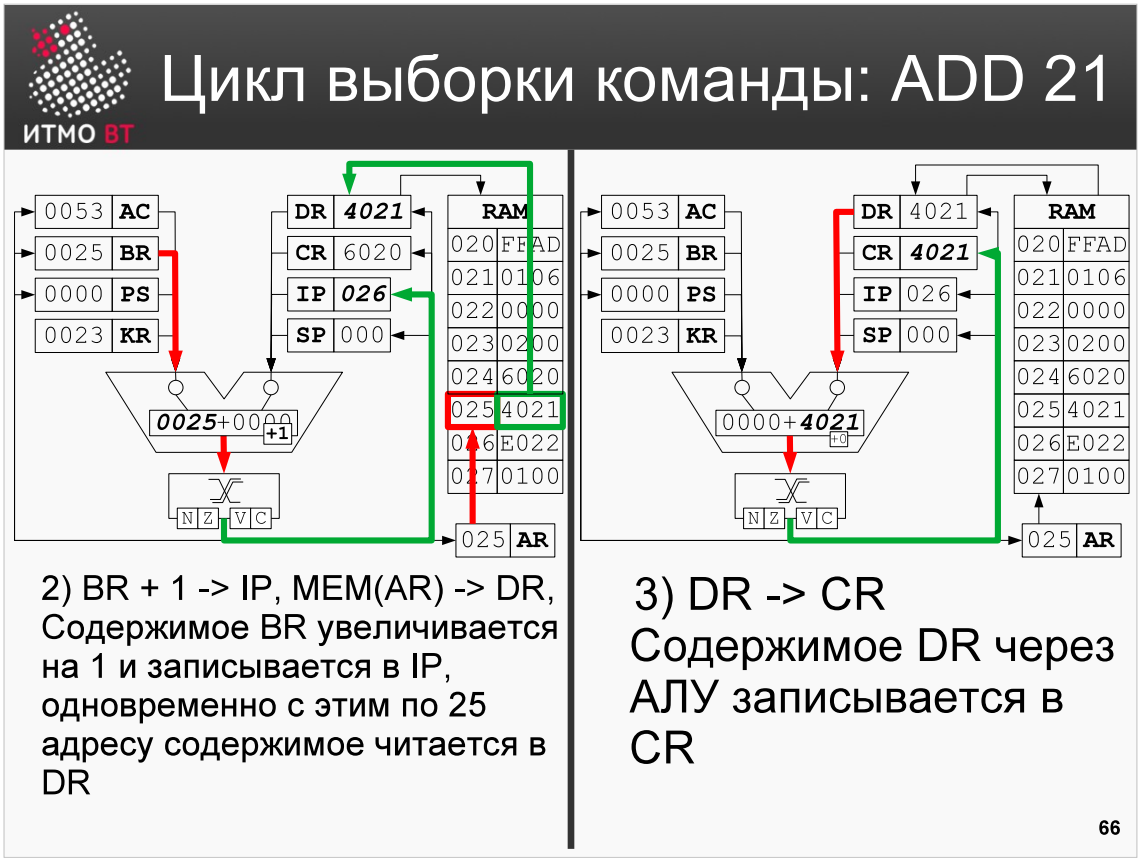
027 HLT — останов программы

Счетчик команд (IP), как мы помним, всегда содержит адрес следующей исполняемой команды. Перед началом цикла выборки команды в IP содержится значение 025, значит в настоящий момент выполнение программы будет производится с этого адреса.

Цикл выборки команды начинается с выбора инструкции. Для этого:

1) По ***фронту*** (на этой и последующей картинках — красным) генератора содержимое счетчика команд (11 разрядов, 5 старших разрядов будут установлены в 0) попадает на правый вход АЛУ. На левый вход АЛУ ничего не подается (т. е. все разряды установлены в значение 0). АЛУ сложит (операция по умолчанию в АЛУ, если не установлены другие вентили операций АЛУ) 0 с 25 и подаст на коммутатор. Коммутатор в данном такте пропустит данные неизменными.

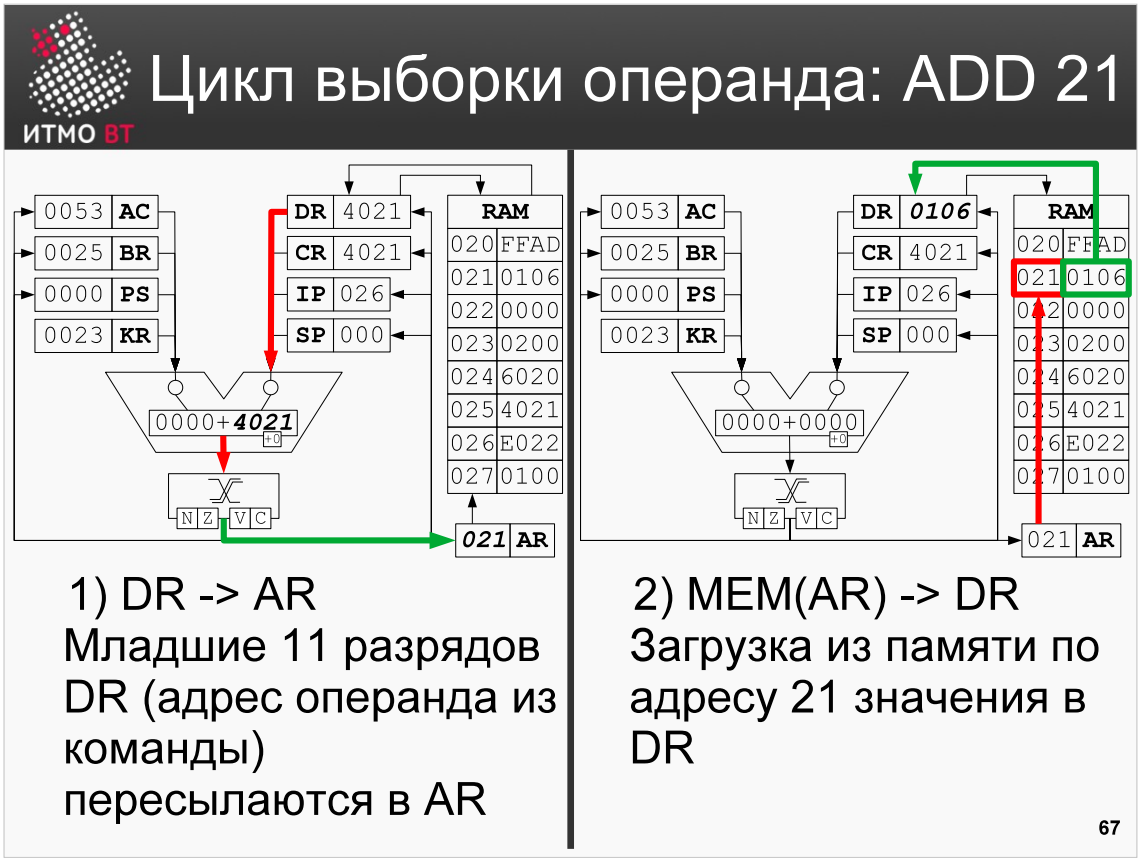
На ***спаде*** (далее — зеленым) сигнала тактового генератора, выход коммутатора будет записан в 16-ти разрядный буферный регистр и, одновременно с этим, с выхода коммутатора 11 младших разрядов по шине передастся в 11-ти разрядный регистр адреса. Таким образом в AR появится адрес исполняемой в настоящий момент инструкции.



Продолжение цикла выборки команды ADD 21:

2) По содержимому регистра адреса (AR) содержимое 25 ячейки выбирается из памяти в регистр данных (DR). Т.к. при обращении к памяти левая часть схемы остается незадействованной, то возможны одновременные с обращением к памяти другие операции с АЛУ и регистрами. Соответственно содержимое BR подается на левый вход АЛУ, правый вход АЛУ при этом закрыт, и содержимое BR (равное IP) увеличивается на 1 в АЛУ, результат этой операции попадает в IP. Счетчик команд теперь содержит адрес следующей исполняемой команды.

3) Для завершения цикла выборки команды необходимо переслать код команды, на предыдущих шагах выбранный из памяти в регистр команд. Для этого содержимое регистра данных через правый вход АЛУ по фронту передается в коммутатор, а по спаду выход коммутатора записывается в регистр команд (CR). Теперь CR содержит код исполняемой команды для его дальнейшего декодирования и определения типа исполняемой команды и режимов адресации.



Когда команда декодирована, адресная команда с абсолютной адресацией должна выбрать операнд напрямую из памяти операнд и провести требуемую операцию. Для команды ADD 21 БЭВМ должна выбрать содержимое ячейки памяти с адресом 21 в DR, чтобы на следующем машинном цикле исполнения сложить содержимое регистра данных с аккумулятором. Напомним, что перед циклом выборки операнда код команды находится в регистре данных.

По тактам происходит следующее:

Содержимое DR подается на правый вход АЛУ. Младшие 11 разрядов выхода АЛУ и коммутатора передаются в регистр адреса. На левый вход АЛУ в это время подается 0.

По адресу 021 в AR из памяти выбираются данные и записываются в DR.

Цикл исполнения совсем простой. МПУ:

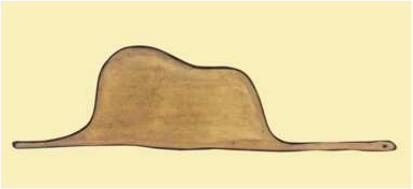
- подает содержимое DR на левый вход АЛУ, а содержимое аккумулятора на правый вход АЛУ и производит операцию сложения. Коммутатор передаст результат сложения на блок проверок неизменным.
- переписывает выход коммутатора (результат сложения) в AC, устанавливая при этом признаки выполнения операции. Т.к. при сложении переноса и переполнения не было, то в C и V запишется 0, в признак отрицательного числа (N) запишется 0, т. к. результат сложения получился положительным, и признак Z установится так же значение 0, т. к. результат не равен нулю.

Команда выполнена, далее МПУ производит проверку на необходимость выполнить «останов» и цикл прерывания, и управление передается на начало микрокода.

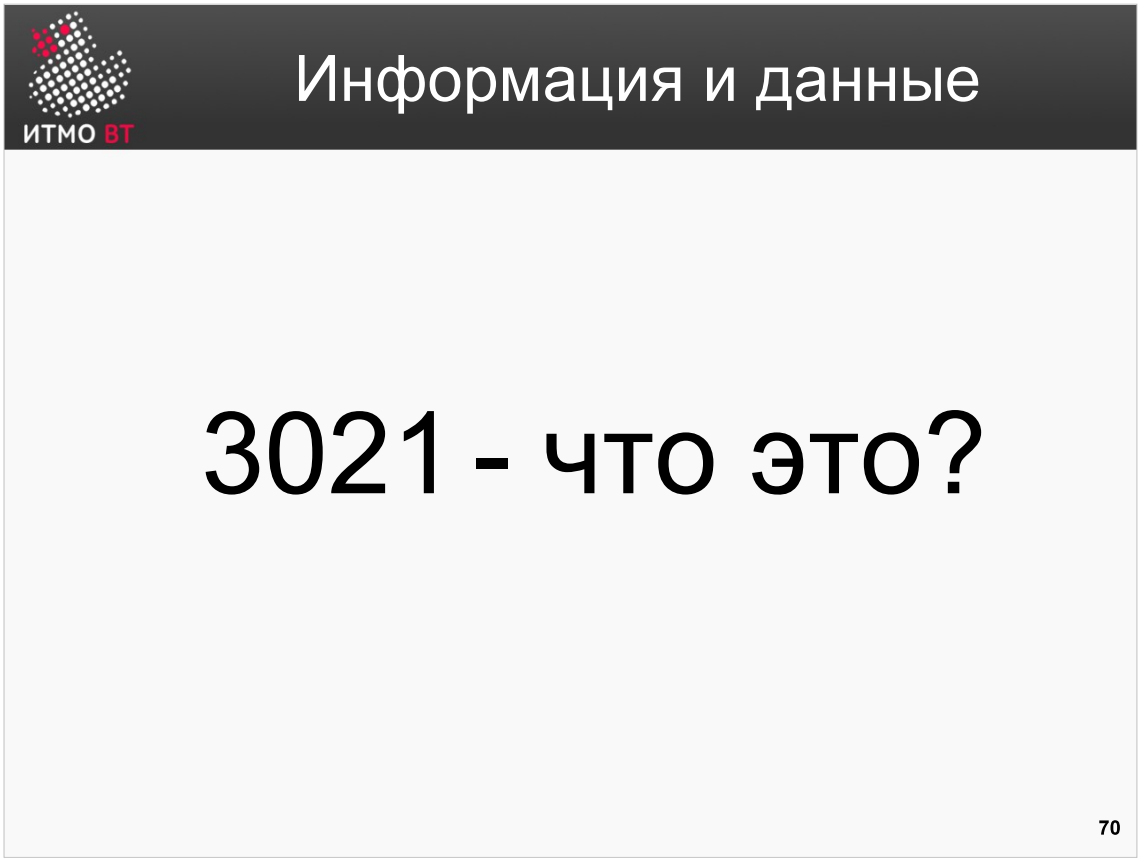
ИТМО ВТ

Представление информации

5



69



Данные, которые хранятся в ЭВМ, это сведения, факты, показатели, выраженные как в числовой, так и любой другой форме.

Данные не могут существовать отдельно от их интерпретации человеком. Если мы напишем число 3021, что это может значить?

Правильный ответ на этот вопрос существует лишь совместно с нашим представлением о том, что имел в виду человек написавший 3021. Может его зарплата составляет 3021 рубль в месяц? Или он отмечает 3021-й день без курения? Данные, которые мы передаем или храним, должны сообщать нам сведения или, иначе, информацию о том или ином объекте или явлении.

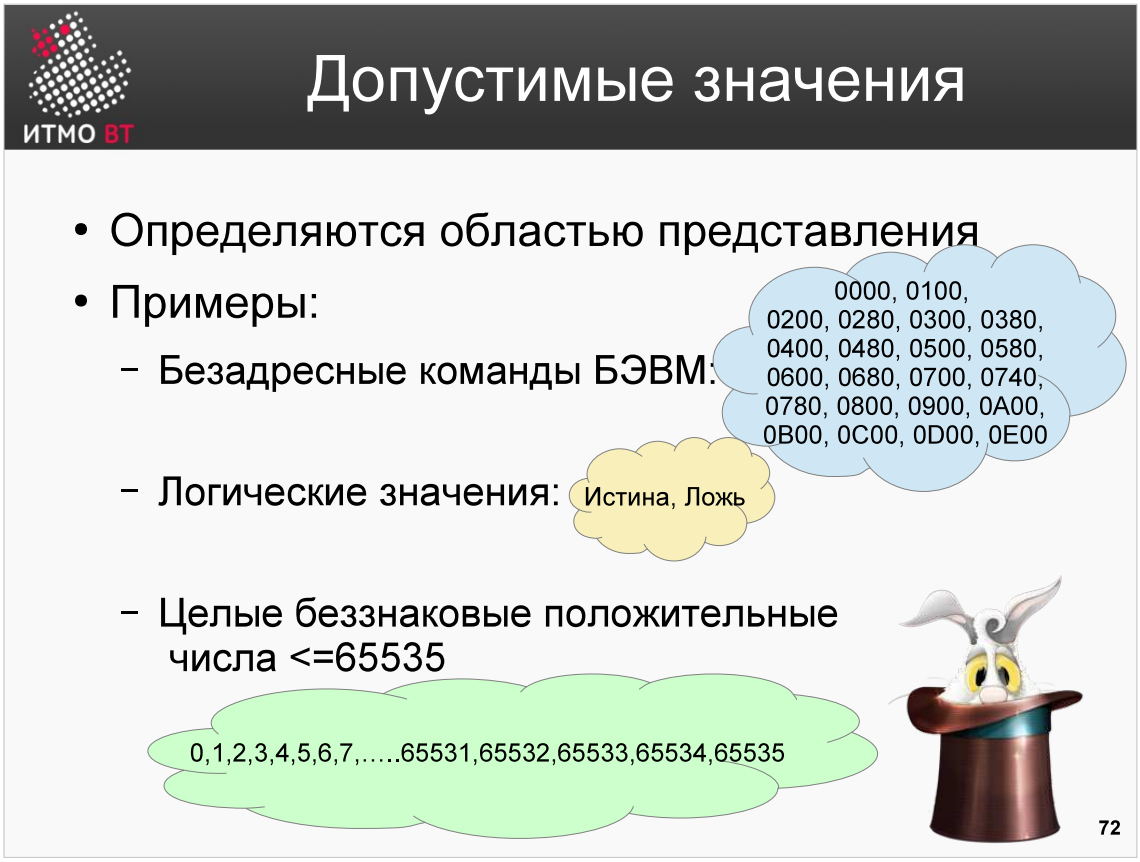
Информа́ция (от лат. informātiō — «разъяснение, представление, понятие о чём-либо», от лат. informare — «придавать вид, форму, обучать; мыслить, воображать») — сведения независимо от формы их представления (С) Wikipedia.

Количественные характеристики информации определены математически в теории информации Клода Шеннона. Именно он ввел понятия бит и информационная энтропия. Однако, его теория не учитывает ценность информации для конкретного ее применения.

“Я показал мое творение взрослым и спросил, не страшно ли им? - Разве шляпа страшная? - возразили мне. А это была совсем не шляпа. Это был удав, который проглотил слона. Тогда я нарисовал удава изнутри, чтобы взрослым было понятнее. Им ведь всегда нужно все объяснять.” (С) Антуан де Сент-Экзюпери. Маленький Принц.

В архитектуре фон Неймана память команд и данных объединена. Если мы сохранили в БЭВМ в ячейке памяти число 3021_{16}, то для нас информационная энтропия этих данных велика. Мы не можем понять, например, является ли это командой OR 21, числом 12321_{10}, набором логических переменных или чем-либо еще.

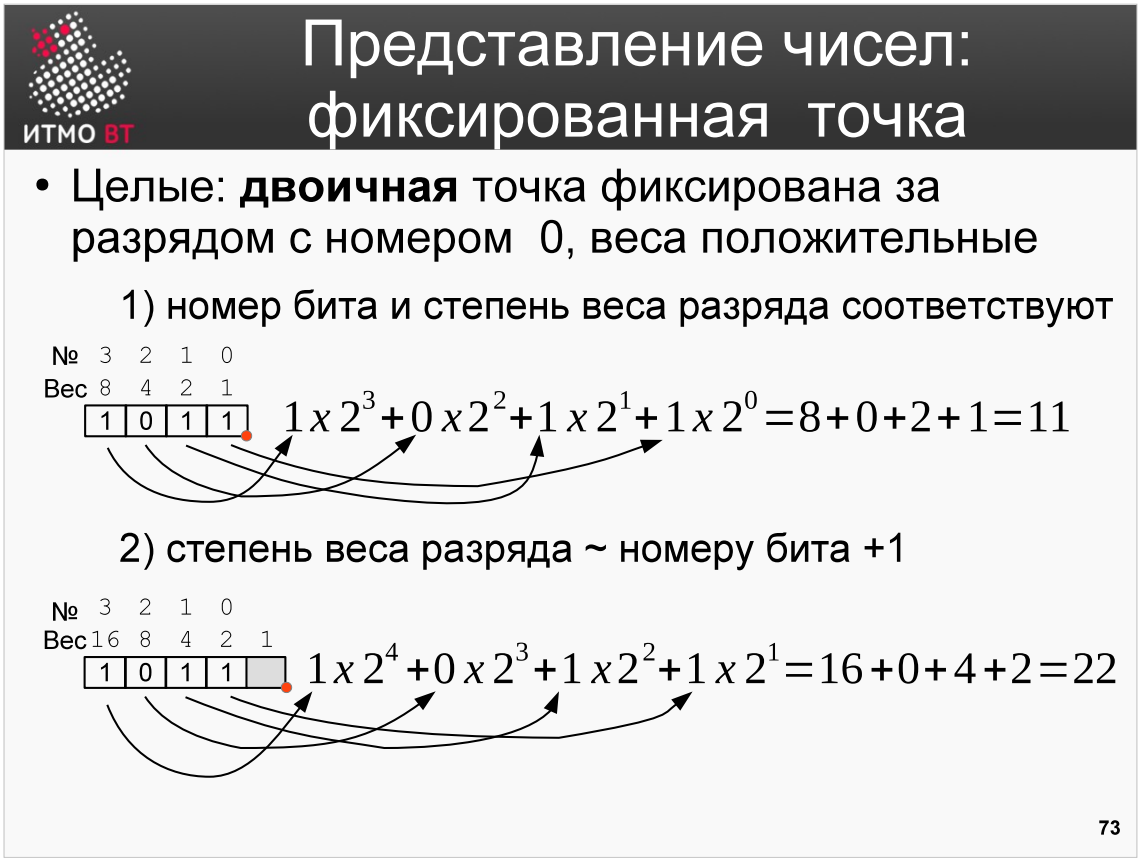
Поэтому, для всех данных, сохраненных в памяти и используемых процессором, чтобы отражать ту или иную информацию, должна быть *определена область представления информации* — набор связей, которые сопоставляет хранимые значения с их интерпретацией программистом. Таким образом, в БЭВМ область представления – это то, каким образом биты слова БЭВМ интерпретируются программистом для решения необходимой задачи.



С областью представления информации тесно связана область допустимых значений. *Область допустимых значений* определяет весь набор символов или значений, допустимых в контексте информационной обработки или обмена для заданной области представления.

Основным ограничением для ОДЗ обычно служит разрядность слова, используемого в процессоре. В БЭВМ ограничение слова — 16 разрядов, и, поэтому, вся информация, которую мы хотим закодировать, должна учитывать это ограничение. Кроме того, мы должны учитывать, чтобы результаты операций (вспомним перенос) также помещались в эту разрядность.

Для БЭВМ на слайде приведены примеры различных ОДЗ в зависимости от области представления. Например, ОДЗ для безадресных команд БЭВМ представлена множеством всех безадресных команд, а натуральные числа могут быть представлены целым беззнаковым числом, при этом максимальное значение числа не может превышать 65535.



Внутри разрядной сетки в БЭВМ можно закодировать различные данные, вместе со смысловым наполнением БЭВМ может использоваться для хранения информации. Одна из наиболее часто применяемых видов данных - это представление чисел.

В ЭВМ в основном используется три вида представления чисел — числа с *фиксированной* точкой, *плавающей* точкой и представление в виде *строки символов*. Особенностью представления чисел с фиксированной и плавающей точкой является то, что они должны размещаться в разрядной сетке ЭВМ (т. е. фактически ограничены определенным количеством двоичных разрядов). Рассмотрим представление чисел с фиксированной точкой в 4-х разрядной сетке.

Первый пример на слайде хорошо известен со школы, когда *двоичная* точка фиксирована после нулевого разряда двоичного представления числа. Точка разделяет целую и дробную часть числа, которая в данном примере отсутствует. У каждого из разрядов определен номер разряда и вес разряда в двоичном представлении, который соответствует основанию системы счисления (2) в степени номера разряда. Само число формируется следующим образом: значение ячейки из каждого разряда умножается на вес, и для получения представления числа суммируются все полученные значения для каждого из разрядов.

Рассмотрим ситуацию, когда вес разряда соответствует номеру разряда с положительным смещением. Это позволяет нам кодировать числа большего размера в ту же самую разрядную сетку, но при этом шаг между допустимыми числами будет больше. Во втором примере на слайде двоичная фиксированная точка находится в позиции, соответствующей номеру разряда + 1. В данном случае не возможно представить нечетные числа. Двоичную точку можно переместить еще дальше, в зависимости от задачи, при этом буду получаться числа, которые кратны 4-м, 8-ми и т.д. Алгоритм перевода двоичного числа в десятичное такой же, что и в первом примере.

Обратите внимание, что двоичное представление в разрядной сетке в обоих примерах совпадает, однако результат перевода числа в десятичную в первом случае равен 11, а во втором - 22. Как можно видеть именно человек решает, какую интерпретацию данных выбрать для решения конкретной практической задачи.

При помощи фиксирования двоичной точки возможно представление вещественных чисел. В этом случае мы можем фиксировать нашу двоичную точку после разряда с заданным номером, разделяя разрядную сетку на целую и дробную части числа.

На верхнем примере слайда, двоичная точка фиксирована после разряда с номером 2. Таким образом для целой части отведены веса с порядками 1 и 0 (слева от точки) и веса с порядками -1, -2 (справа от точки, образуя дробную часть). Принцип формирования дробной части такой же, как и у целой части. Отметим, что в дробной части невозможны произвольные значения дробной части, ее значения складываются из отрицательных степеней двойки.

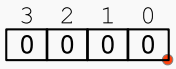
Обратите внимание, что в предыдущих примерах мы фиксировали двоичную точку, то есть брали двоичное представление числа, выбирали разряд в этом двоичном представлении и устанавливали за ним необходимый порядок веса разряда. В представлении чисел в разрядной сетке можно фиксировать не только двоичную, но и десятичную точку.

На примере, приведенном на нижнем рисунке видим, что для двоичного числа упакованного в разрядную сетку можно применить дополнительный множитель порядка после его перевода в десятичную систему, таким образом изменяя масштаб полученного числа. Соответственно можно дробные числа представлять с любой точностью, нужно только подобрать правильный масштаб. В данном случае после перевода числа из двоичной системы мы переместили точку на одну позицию влево, тем самым получили из числа 12 число 1,2.

В приведенных выше примерах, процессор не знает, с какими числами мы работаем и где была установлена фиксированная точка. Для него все числа – целые. Представление чисел – это наши представления о том, что находится в ячейке памяти, регистре и пр. Для компьютера эти данные — это просто набор двоичных чисел, и только пользователь уже вкладывает в это свой смысл.

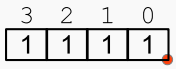
Представление беззнаковых целых чисел

- Количество разрядов в разрядной сетке определяет область допустимых значений
  - Минимальное 4-х разрядное беззнаковое число:



$$0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 0$$

  - Максимальное 4-х разрядное беззнаковое число:

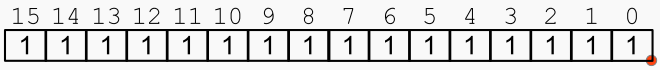


$$1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 15 = 2^4 - 1$$

  - Диапазон:

$$0 \le X \le 2^4 - 1$$

  - Диапазон для 16-ти разрядного беззнакового числа:



$$0 \le X \le 2^{16} - 1 = 65535$$

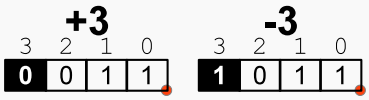
75

Внутри БЭВМ, внутри той же самой разрядной сетки можно представить знаковые и беззнаковые числа. На слайде показано представление беззнаковых чисел.

На примере четырехразрядной сетки видно, что минимальным беззнаковым числом может быть 0, а максимальным – 15. В БЭВМ максимальное значение для 16-ти разрядного беззнакового числа определено на слайде. Минимальное значение числа составляет 0, а максимальное – 65535.

Представление знаковых целых чисел

- Нужно хранить признак знака числа достаточно 1-го бита, «0» значит «+», «1»=«-»
  - Прямое кодирование (прямой код числа)



$$-7=-(2^3-1)\le X\le 2^3-1=7$$

Двойной нуль!

  - Дополнительный код

$$M=b^n-K$$

M — дополнение к числу *K* (10-3=7) !

b — основание системы счисления

n — количество разрядов

76

Представление чисел со знаком более сложно. Существует несколько способов кодирования знаковых чисел.

Для начала рассмотрим простое прямое кодирование. Знак можно хранить, записав его в отдельный, обычно самый старший, разряд слова. Общепринято, что знак кодируется 0 если число положительное и 1 если отрицательное. В примере на слайде закодированы положительное число +3 и отрицательное -3 в четырехразрядной сетке. Знак определяет старший бит с номером 3.

Областью допустимых значений для такого 4-х разрядного числа будет промежуток от -7 до 7 включительно. Особо отметим, что для такого способа кодирования значение нуля представлено двумя кодами — положительным и отрицательным (двойной нуль), что является нонсенсом с точки зрения математики.

Прямой код в вычислительных устройствах напрямую не используется, т.к. необходима дополнительная логика при определении знаков и больших по модулю чисел при выполнении операций. Конструкция АЛУ при использовании прямого кода существенно усложняется.

Для выполнении вычислений обычно используется *дополнительный* код числа, который представляет отрицательные числа в виде дополнения до максимально возможного положительного числа + 1 в заданной разрядной сетке. Математически дополнительный код числа представлен в виде формулы, показанной на слайде. Рассмотрим данный способ более подробно

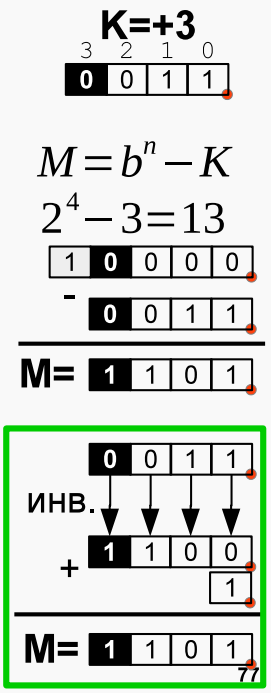
.Дополнительный код можно использовать для любой позиционной системы исчисления. Систему счисления в формуле представляет основание системы счисления *b*. Количество разрядов в разрядной сетке числа задается параметром *n*.

Например, мы хоти представить -1 в десятичной системе счисления, ограниченной 5-ю разрядам. Тогда b^n в десятичной системе исчисления $= 10^5 = 100\,000$. Применяя формулу, получим M (число в дополнительном коде, соответствующее -1) = b^n – K = 100 000 – 1 = 99 999. Теперь наше АЛУ может выполнять корректные арифметические действия, не прибегая к сравнению знаков и модулей чисел. Пусть нам нужно к -1 прибавить 1, должен получится 0. Соответственно, 99999 + 1 = 10000, старший разряд выходит за заданные пять разрядов и отбрасывается 99999 + 1 = 0.

Представление знаковых чисел: дополнительный код

$$M = b^n - K = ((b^n - 1) - K) + 1$$

Прямой код 5-ти разр. дес. чисел	Дополнительный код		
	5-ти разр. дес. чисел	4-х разр. шестн. чисел	16-ти разрядных двоичных чисел
-50000	50000		
-49999	50001		
-32768	**67232**	**8000**	**1000 0000 0000 0000**
-32767	67233	8001	1000 0000 0000 0001
-2	99998	FFFE	1111 1111 1111 1110
-1	99999	FFFF	1111 1111 1111 1111
0	**00000**	**0000**	**0000 0000 0000 0000**
1	00001	0001	0000 0000 0000 0001
32767	32767	7FFF	0111 1111 1111 1111
49999	49999		



На слайде показаны примеры представления чисел в дополнительном коде. Для пятиразрядной десятичной системы счисления до 49999 включительно числа будут положительными, а начиная 50 000 отрицательными. При этом в размерной ячейке они будут выглядеть, как положительные. -1 это 99999, -2 это 99998 и т. д. Обратите внимание, что самое минимальное число, которое может быть представлено -50 000.

Для упрощения вычисления дополнительного кода в двоичном представлении используют модифицированную формулу, которая получается прибавлением и вычитанием единицы. Приведем еще один пример вычислений в допкоде для -10.

$M = b^n - K = ((b^n - 1) - K) + 1 = 99999 - 10 + 1 = 99990$ — допкод для -10.

Проведем операцию сложения -10 с 9. Должно получиться -1. 99990 + 9 = 99999, что соответствует числу -1 в прямом коде (см. таблицу на слайде). Как видно, менять конструкцию АЛУ для выполнения такой операции не нужно, достаточно просто представить число в дополнительном коде.

Смысл использования модифицированной формулы состоит в упрощении перевода числа в отрицательное. b^n-1 представляет собой максимальное положительное беззнаковое число в выбранной разрядной сетке. При этом для получения дополнительного кода для числа (К–1), можно использовать *поразрядное дополнение каждой цифры числа* до максимально возможной (т.е до n–1) в выбранной системе счисления. Например поразрядное дополнение для числа 12345 в десятичной системе будет число 87654, а поразрядное дополнение (9-1=8, 9-2=7, и т. д.). Останется только прибавить 1 и мы получим представление числа в дополнительном коде, т. е. -12345=87654+1=87655. Леко заметить что сумма 12345 и 87655 дает 100000 или b^n.

В двоичной системе получение поразрядного дополнения совпадает с простой инверсией битов числа. То есть, часть формулы = $((b^n - 1) - K)$ просто заменяется инверсией разрядов числа K. В результате отрицательное число получается в 2 действия: первое – инверсия числа, второе – прибавление 1 к инверсии.

Получение дополнительного кода БЭВМ

Адрес	Содержимое		Комментарии
	Код	Мнемоника	
010	0200	**CLA**	
011	4016	**ADD 16**	X в аккумуляторе (2)
012	0280	**NOT**	Вычисление дополнения (инверсия битов - FFFD)
013	0700	**INC**	Инкремент (FFFE)
014	E017	**ST 17**	Сохранение результата
015	0100	**HLT**	
016	0002	X	X
017	FFFE	R	-X

Да, я знаю, все это можно было сделать проще!

-32768	**8000**	**1000 0000 0000 0000**
-32767	8001	1000 0000 0000 0001
-2	FFFE	1111 1111 1111 1110
-1	FFFF	1111 1111 1111 1111
0	**0000**	**0000 0000 0000 0000**
1	0001	0000 0000 0000 0001
32767	7FFF	0111 1111 1111 1111

78

Пример одного из вариантов программы, которая меняет знак числа на противоположный в дополнительном коде для шестнадцатиразрядного слова БЭВМ представлена на слайде.

Этой программе не важно, было ли число представлено уже в дополнительном коде (т.е. сейчас отрицательное) или же оно положительное и представлено в прямом коде. Последовательность операций NOT и INC в любом случае меняет знак числа.

Анализируюя безадресные команды БЭВМ легко заметить, что последовательность NOT INC соответствует команде NEG, и размер программы можно сократить. В этой программе можно провести и другое уменьшение размера программы: заменить последовательность CLA ADD на LD. Сокращение программы является одним из обязательных заданий в лабораторной работе №2.

Обратите внимание на строчку в представлении отрицательных чисел, выделенную красным. Число -32768 – это минимальное отрицательное число, которое может существовать в 16-ти разрядной сетке. Для такого нет соответствующего ему положительного числа. То есть за счет особенностей дополнительного кода и отсутствия двойного нуля, отрицательных чисел на одно больше, чем положительных.

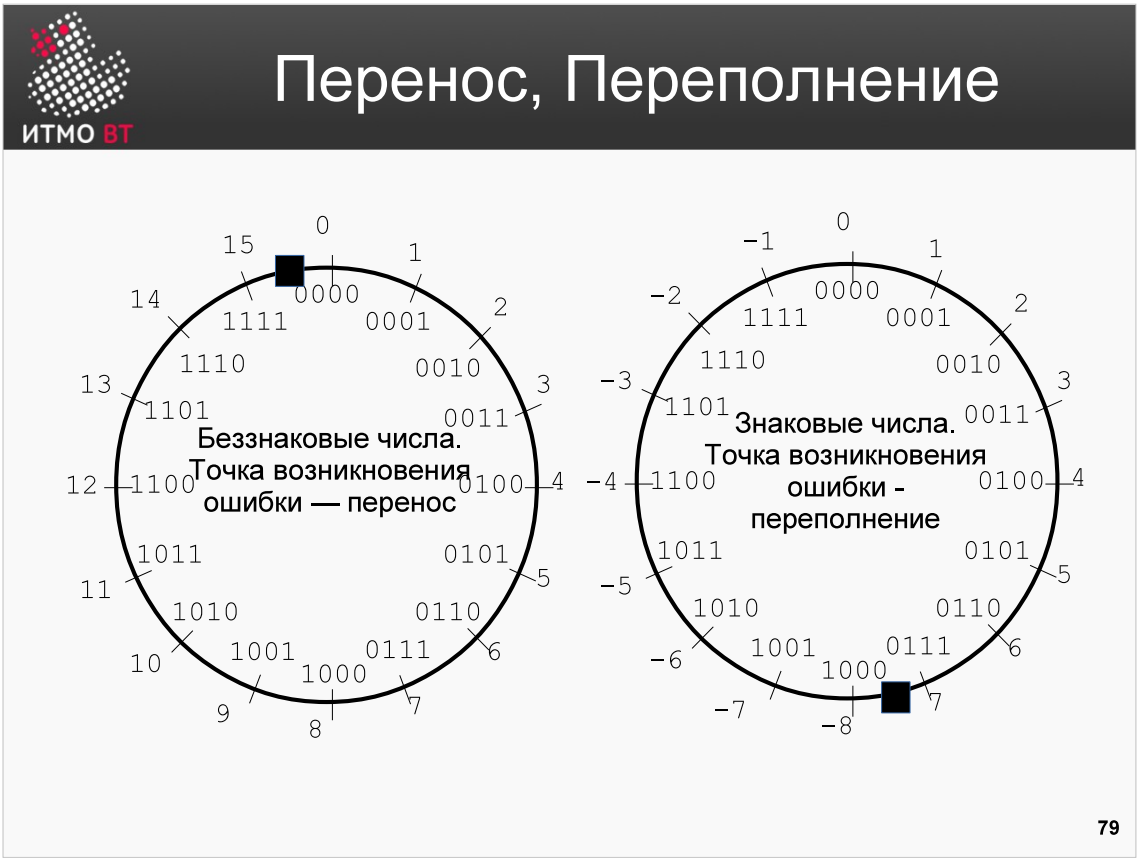
Рассмотрим, что получится, если попытаться изменить знак этого отрицательного числа.

Исходное число: 1000 000 0000 0000

1. Инвертируем. Получаем 0111 1111 1111 1111

2. Прибавляем единицу. Получаем 1000 000 0000 0000. То же самое число.

Такое поведение называется переполнением, которое аналогично возникновению перенос в знаковых числах.



Подчеркнем еще раз, что в БЭВМ числа могут быть знаковые и беззнаковые. Т.е в одной разрядной сетке, под «шляпой» могут скрываться различные представления значений числа. Механика их обработки в АЛУ одинаковая. Если в нашей области представления, мы думаем о том, что нам нужно работать с отрицательными числами, то тогда числа превращаются в знаковые, если нам нужны только положительные числа, тогда они «магически» становятся беззнаковыми. Однако любом случае мы должны контролировать выход за пределы разрядной сетки и потери значения числа, вызванных переполнением или переносом.

На слайде в виде круговой диаграммы показаны знаковое и беззнаковое представление чисел в четырехразрядной сетке в виде круговой диаграммы. Для каждого из представлений в виде черной точки показана точка возникновения ошибки при выходе за границы разрядной сетки.

В беззнаковых числах, если прибавить 1 к 15 или вычесть из 0 единицу произойдет потеря значения числа, которая сопровождается возникновением переноса. Этот перенос в конструкции ЭВМ учитывается в бите C (Carry), который служит сигналом программисту, что произошла ситуация потеря значения, и ее необходимо обработать отдельно.

В знаковых числах точка возникновения ошибки расположена между представлением чисел -8 и 7. При вычитании из -8 единицы или прибавления единицы к 7 возникает переполнение (OVerflow), которое в ЭВМ контролируется битом переполнения. Напомним, что данный бит обозначается в БЭВМ - V, а в разных современных архитектурах процессоров O, V или OV. АЛУ определяет переполнение по следующему правилу: если поразрядные переносы в знаковом и старшем разряде одновременно отсутствуют или присутствуют - значит переполнения нет, если присутствует только в одном – значит переполнение знаковой разрядной сетки есть.

```
11 01 ← биты совпадают
+1101 -3
 0101 +5
---------
10010  2
C=1 V=0
```

```
10 00  ← биты различны
+1000 -8
 1111 -1
---------
10111 7(≠-9) ←ошибка
C=1 V=1
```

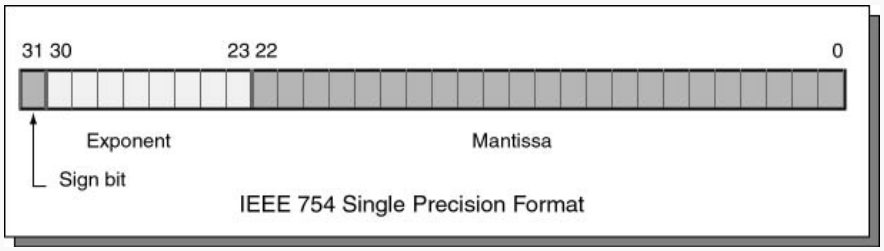
```
01 11  ← биты различны
+0111 7
 0001 1
---------
01000 -8(≠8) ←ошибка
C=0 V=1
```

Область допустимых значений для представления в БЭВМ знаковых и беззнаковых чисел представлена на слайде. Разрядная сетка слова, с которой БЭВМ выполняет операции включает 16 разрядов. Если необходимо более высокая разрядность числа, то при помощи команды учета переноса при сложении (ADC) возможны операции с 32-х разрядными и более числами. В зависимости он необходимого представления числа программист должен учитывать максимальное и минимальное значение для используемых чисел.

Представление чисел с плавающей точкой

ИТМО ВТ

В БЭВМ — НЕТ!



$$X = (-1)^{(sign)} x (1 + Mantissa) x 2^{(exponent - 127)}$$

81

Кроме представления чисел с фиксированной точкой существует формат для математических вычислений, который использует *плавающую* точку. В плавающей точке положение десятичной точки не фиксируется за определенным разрядом, т.е. оно может меняться в зависимости от порядка числа.

На слайде видим, представление числа состоит из мантиссы и порядка. *Мантисса* – это дробная часть числа. Она всегда внутри представлена *нормализованной*, т .е. подразумевается, что она всегда начинается с единицы.

Пример ненормализованной мантисы: 0.000100101.

Так как мантисса представлена в виде двоичного числа, то перед тем, как число упаковать, его сдвигают так, чтобы всегда число было нормализовано. Для нашего примера это будет 0.100101. Так как незначащий ноль всегда присутствует в представлении, то его можно убрать. Поэтому после нормализации, упакованная в разрядную сетку согласно формату IEEE 754 Single Precision Format, мантисса числа будет выглядеть так: .100 1010 0000 0000 0000 0000

Для хранения порядка числа, который указывает, на сколько разрядов была сдвинута запятая, используются отдельные разряды. Старший разряд используется для хранения знака числа. Знак порядка образуется путем вычитания константы из значения порядка.

Зная формат хранения числа можно вычислить, какое число может быть максимальным и минимальным. Предлагаю вам сделать это самостоятельно.

Форматов с плавающей точкой разработанно достаточно много. Они все зависят от модели процессора и менялись со временем. В современных процессорах вычисления с плавающей точкой производятся специальным устройством — FPU (Floating point unit).

Представление логической информации

- 1-true, 0-false
- 16-ти разрядное число содержит 16 логических значений

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ОДЗ: $X_i \in \{0,1\}$ $где\ 0 \le i \le 15$

82

Логическая информация представлена в БЭВМ как показано на слайде.

В 16-ти разрядной сетке БЭВМ каждому биту из логической информации соответствует значению: либо true, либо false. При этом общепринято, что 1 это истина (true), а 0 = ложь или false. И таких операндов, соответственно, 16.

Когда применяется команда AND (поразрядное И) в БЭВМ, то происходит логическое умножение между одной ячейкой памяти и аккумулятором. Соответственно, будет произведено 16 логических операций одновременно. Полученный результат является результатом логической операции, и в большинстве случаев его нельзя трактовать, как математический (т. е. знаковый или беззнаковый, это просто 16 отдельных логических значений.

Область допустимых значений для логических переменных представлена на слайде.

БЭВМ Лаб№2: ОПИ и ОДЗ

- R=(X&Y)+Z

  Область Представления:

  - R — знаковое, 16-ти разрядное число
  - X,Y — набор из 16 логических однобитовых значений
  - Z — знаковое, 16-ти разрядное число
- Результат логической операции X&Y трактуется как арифметический операнд:
  - (X&Y) — знаковое, 16-ти разрядное число

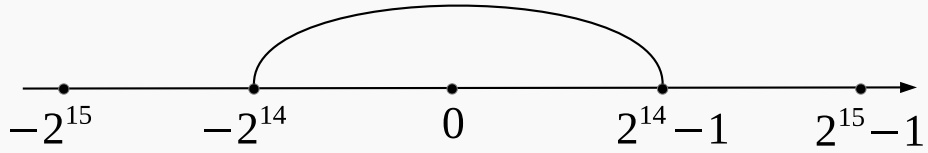
83

БЭВМ Лаб№2: ОПИ и ОДЗ

- R=(X&Y)+Z Допустимые значения:

  с R все просто: $-2^{15} \le R \le 2^{15}-1$

Случай 1. Если ограничить разрядность слагаемых, то переполнения не возникнет



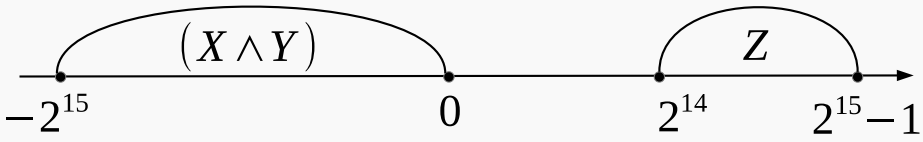
$$\begin{cases} -2^{14} \le (X \wedge Y), Z \le 2^{-14} \\ X_{15} = 0, Y_{15} = 0 \\ X_i, Y_i \in \{0,1\}, где\ 0 \le i \le 14 \end{cases}$$

- «Де-факто» мы потеряли половину возможных значений (X&Y) и Z. Плохо!

84

БЭВМ Лаб№2: ОДЗ R=(X&Y)+Z

Случай 2. Пусть $2^{14} \le Z \le 2^{15}-1$

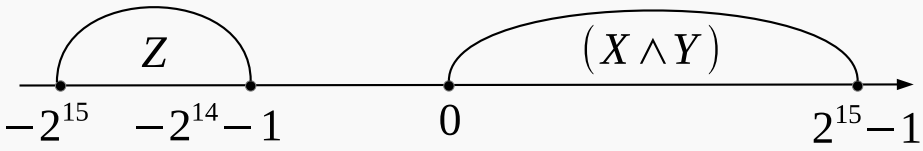


$$\begin{cases} 2^{14} \le Z \le 2^{15}-1 \\ X_{15}=1, Y_{15}=1 \\ X_i, Y_i \in \{0,1\}, где\ 0 \le i \le 14 \end{cases}$$

85

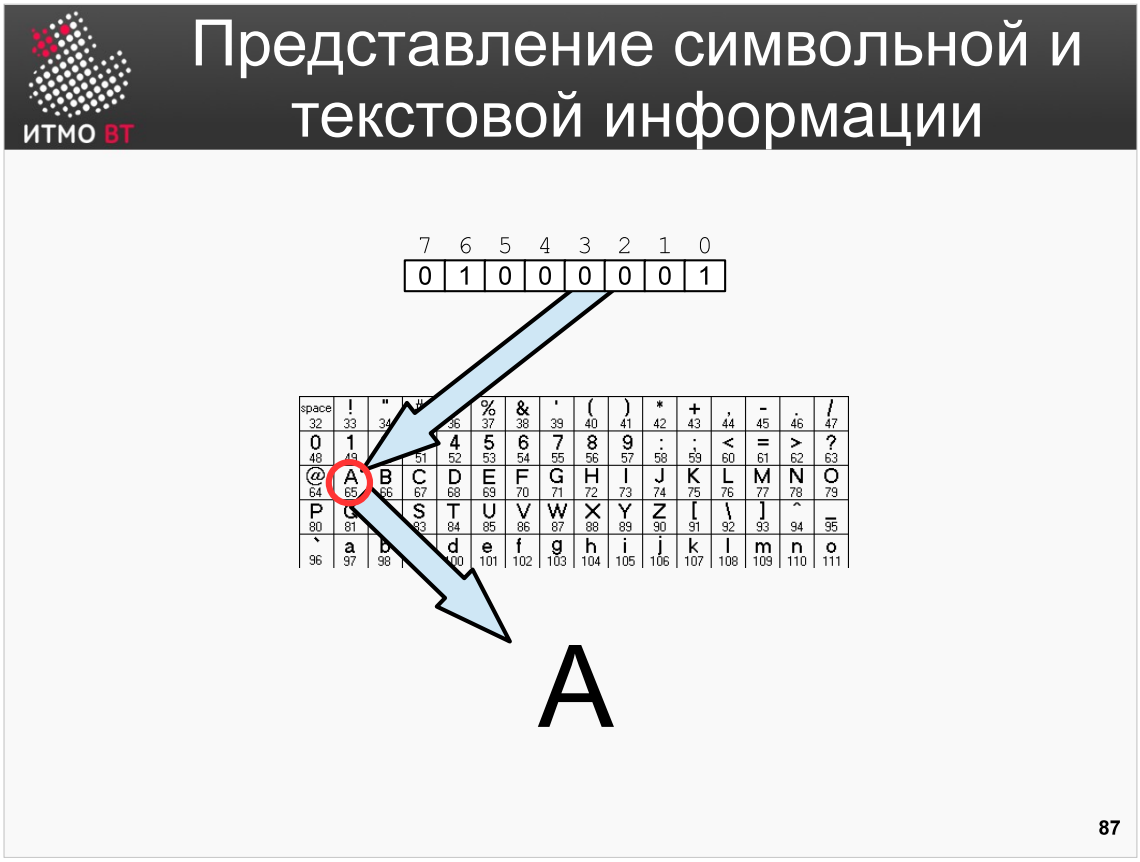
БЭВМ Лаб№2: ОДЗ R=(X&Y)+Z

Случай 3. Пусть $-2^{15} \le Z \le -2^{14}-1$



$$\begin{cases} -2^{15} \le Z \le -2^{14}-1 \\ \left[\begin{array}{l} X_{15}=0, Y_{15}=0 \\ X_{15}=1, Y_{15}=0 \\ X_{15}=0, Y_{15}=1 \end{array}\right. \\ X_i, Y_i \in \{0,1\}, \text{где } 0 \le i \le 14 \end{cases}$$

86

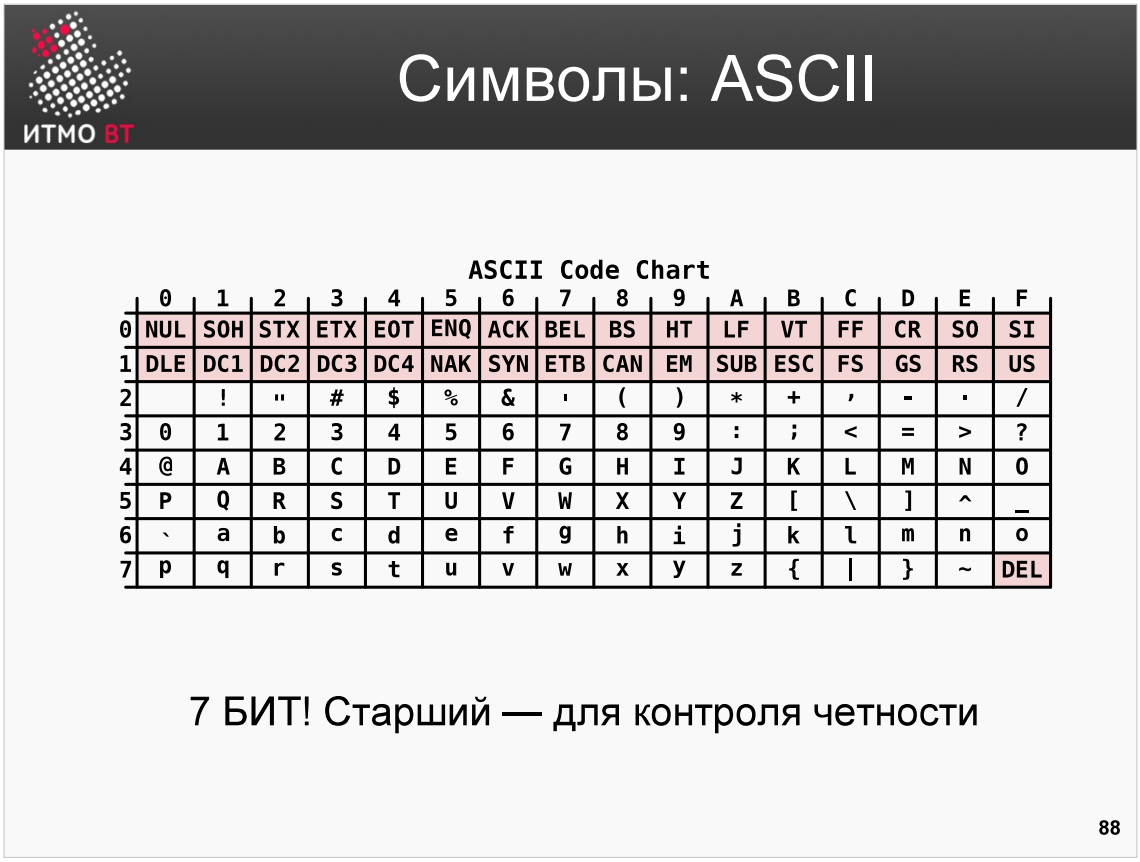


Представление текстовой информации в вычислительных машинах основано на кодировании букв алфавитов для существующих на земле языков, которые традиционно используются человечеством. *Символ* - это графическое изображение, которое используется человеком для создания слов, текстов и другой значимой информации. Как известно, к символам относятся буквы, знаки препинания, символы валют, цифры и т.д.

В ЭВМ представление текстовой информации основывается на кодировании букв и символов при помощи кодовой таблицы. *Кодовая таблица* (или *кодировка символов*) является соглашением между разработчиками о соответствии каждому символу определенного порядкового номера или кода, чтобы его можно было сохранять в памяти ЭВМ или передавать по каналам связи. Пример такой кодовой таблицы представлен на слайде. Например, если нам необходимо закодировать латинскую букву «A», то по таблице мы можем определить, что этой букве соответствует код 65_{10}. Если нам необходимо закодировать буквами слово, то как и в написании этого слова, коды букв в памяти будут располагаться последовательно, например слово DEDA будет представлено последовательностью кодов 69, 68, 69, 65, которые можно представить в ЭВМ, например, в виде целых беззнаковых чисел размером в 1 байт.

Для работы пользователя с символьной информацией недостаточно сохранять в памяти коды символов. Необходимо еще и отображать текстовую информацию на экране (или других устройствах вывода) компьютера. Для хранения графических начертаний символов в ЭВМ существуют *шрифты* (fonts).Они хранят все графические изображения символов в заданном алфавите, и обычно устанавливаются вместе с операционной системой, драйвером принтера или микропрограммой BIOS. В шрифтах каждому коду символа соответствует свое начертание. Отдельно хранятся изображения строчных и заглавных букв, цифр, специальных символов и т. д.

Шрифты бывают векторные и растровые. В *растровых* шрифтах каждому коду символа соответствует изображение, определенного (в точках) размера. В *векторных* хранится принцип начертания символа в виде последовательности линий.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	DEL

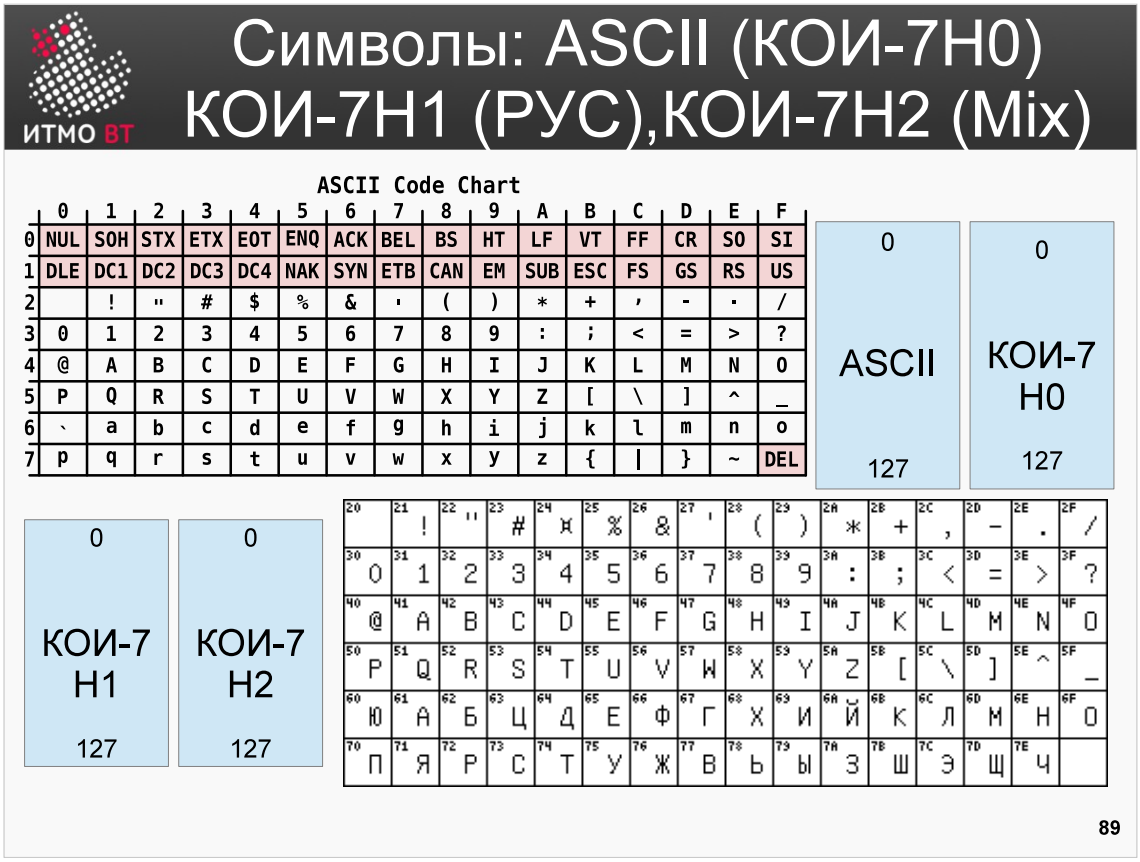
Как отмечено на предыдущем слайде, символы кодируются с использованием кодовой таблицы. Первая кодировка содержала 32 символа, и была предназначена для использования в телеграфе. Легко заметить, что символы этой кодировки можно было упаковать в пять бит.

Следующей важной кодировкой символов, коды символов которой можно увидеть во всех современных кодировках стала кодовая таблица ASCII. ASCII расшифровывается как American Standard Code for Information Interchange. Таблица представлена на слайде. Как можно видеть, в ней присутствуют заглавные и прописные буквы, цифры, знаки препинания, денежные знаки, спецсимволы. В первых 32 позициях кодировки расположены управляющие символы, которые используются в качестве служебных, например, для перемещения курсора на терминале и организации текстов.

Организация текста внутри памяти вычислительной системы обычно совпадает с организацией файла формата «.txt», который, в свою очередь, был придуман исходя от принципа работы пишущей машинки (первые консоли ЭВМ и были пишущими машинками). Поэтому, в кодовой таблице есть символы перевода строки (LF), возврата на один символ (BS), возврата каретки (CR) и другие. Символ NUL в современных системах часто используется для признака окончания строки. С помощью символа BS на принтере можно печатать один символ поверх другого. В ASCII таким способом можно добавить к буквам диакритические знаки. Пример: a BS ' → á.

Отметим, что разные ОС по-разному кодируют конец строки. Это связано с особенностью работы печатных машинок и телетайпов. UNIX системы используют один символ — CR (при этом виртуальная печатная машинка как бы переводит печатную консоль в начало и автоматически на следующую строку), а Windows – последовательностью из двух: перенос строк и возврат каретки. Из-за этого текстовые файлы между этими ОС не полностью совместимы.

В ASCII символы кодировались семью разрядами, 8-й (старший) разряд не использовался для кодировки символов, а использовался для *контроля четности* битов передаваемого по каналам связи символа. При этом на передающей стороне считалось количество единичных битов в коде символа и если оно было четным, то старший разряд устанавливался в единицу. На приемной стороне также подсчитывалась четность количества единичных битов кода символа и проверялось на совпадение с старшим битом символа. Если эти разряды не совпадали, это служило признаком ошибки передачи.



Для представления русских символов в СССР была предложен набор кодовых таблиц КОИ-7 (Код Обмена Информацией). КОИ-7 включает в себя 3 «набора» — Н0, Н1, Н2. Н0 — это просто US-ASCII (однако символ доллара $ заменён на символ валюты ¤), в Н1 все латинские буквы заменены на русские; в Н2 заглавные латинские буквы оставлены, а строчные заменены на заглавные русские.

Кодировка является семибитной, как и ASCII оставляя старший бит для контроля четности. Другой ее особенностью было то, что русские символы, идентичные по начертанию латинским находились в тех-же местах, что и английские. В случае отсутствия в системе русских шрифтов текст, пусть и с неудобствами в восприятии всегда можно было прочитать с помощью английских шрифтов.

Минусом такого подхода была усложненная сортировка данных в алфавитном порядке. Для сортировки была необходима дополнительная таблица, которая содержала коды символов в алфавитном порядке.

Когда появилась Extended ASCII, где для символов использовались все 8 разрядов байта, было решено для русских заглавных и строчных символов использовать позиции верней части таблицы. Данная кодовая таблица получила название КОИ-8. В ней кроме символов русского языка были еще и символы псевдографики для рисования таблиц.

Следует заметить, что если по каким-то причинам ПО не поддерживало 8-ми битные кодировки и обрезало старший бит (при контроле четности) то русские символы перемещались в младшую часть таблицы, и их можно было прочитать по сходным с русскими по начертанию английским символам.

КОИ-8 до сих пор используется в качестве стандарта для обмена электронной почтой.

	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-A	-B	-C	-D	-E	-F
0-		0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F
1-	0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F
2-	0020	! 0021	" 0022	# 0023	$ 0024	% 0025	& 0026	' 0027	(0028	) 0029	* 002A	+ 002B	, 002C	- 002D	. 002E	/ 002F
3-	0 0030	1 0031	2 0032	3 0033	4 0034	5 0035	6 0036	7 0037	8 0038	9 0039	: 003A	; 003B	< 003C	= 003D	> 003E	? 003F
4-	@ 0040	A 0041	B 0042	C 0043	D 0044	E 0045	F 0046	G 0047	H 0048	I 0049	J 004A	K 004B	L 004C	M 004D	N 004E	O 004F
5-	P 0050	Q 0051	R 0052	S 0053	T 0054	U 0055	V 0056	W 0057	X 0058	Y 0059	Z 005A	[005B	\ 005C	] 005D	^ 005E	_ 005F
6-	` 0060	a 0061	b 0062	c 0063	d 0064	e 0065	f 0066	g 0067	h 0068	i 0069	j 006A	k 006B	l 006C	m 006D	n 006E	o 006F
7-	p 0070	q 0071	r 0072	s 0073	t 0074	u 0075	v 0076	w 0077	x 0078	y 0079	z 007A	{ 007B	| 007C	} 007D	~ 007E	007F
8-	0080	0081	0082	0083	0084	0085	0086	0087	0088	0089	008A	008B	008C	008D	008E	008F
9-	0090	0091	0092	0093	0094	0095	0096	0097	0098	0099	009A	009B	009C	009D	009E	009F
A-	00A0	Ё 0401	Ђ 0402	Ѓ 0403	Є 0404	S 0405	I 0406	Ї 0407	J 0408	Љ 0409	Њ 040A	Ћ 040B	Ќ 040C	- 00AD	Ў 040E	Џ 040F
B-	А 0410	Б 0411	В 0412	Г 0413	Д 0414	Е 0415	Ж 0416	З 0417	И 0418	Й 0419	К 041A	Л 041B	М 041C	Н 041D	О 041E	П 041F
C-	Р 0420	С 0421	Т 0422	У 0423	Ф 0424	Х 0425	Ц 0426	Ч 0427	Ш 0428	Щ 0429	Ъ 042A	Ы 042B	Ь 042C	Э 042D	Ю 042E	Я 042F
D-	а 0430	б 0431	в 0432	г 0433	д 0434	е 0435	ж 0436	з 0437	и 0438	й 0439	к 043A	л 043B	м 043C	н 043D	о 043E	п 043F
E-	р 0440	с 0441	т 0442	у 0443	ф 0444	х 0445	ц 0446	ч 0447	ш 0448	щ 0449	ъ 044A	ы 044B	ь 044C	э 044D	ю 044E	я 044F
F-	№ 2116	ё 0451	ђ 0452	ѓ 0453	є 0454	s 0455	i 0456	ї 0457	j 0458	љ 0459	њ 045A	ћ 045B	ќ 045C	§ 00A7	ў 045E	џ 045F

ISO 8859-5 — 8-битная кодовая страница из семейства кодовых страниц стандарта ISO-8859 для представления кириллицы.

ISO 8859-5 была создана в 1988 году на базе «основной кодировки» (все русские буквы сохранили своё расположение, за исключением заглавной Ё). Российской адаптацией стандарта является ГОСТ Р 34.303-92, в котором кодировка названа КОИ-8 В1, однако в ней не установлены буквы нерусских алфавитов и коды управляющих символов.

ISO 8859-5 широко применяется в Сербии и иногда в Болгарии на юниксоподобных системах. В России эта кодировка в настоящее время почти не употребляется (взамен на свободно распространяемых юниксоподобных системах широкое применение нашла КОИ-8); тем не менее на некоторых коммерческих юникс-системах (Solaris, AIX, HP-UX) для русского языка по умолчанию до недавнего времени ставилась ISO 8859-5.

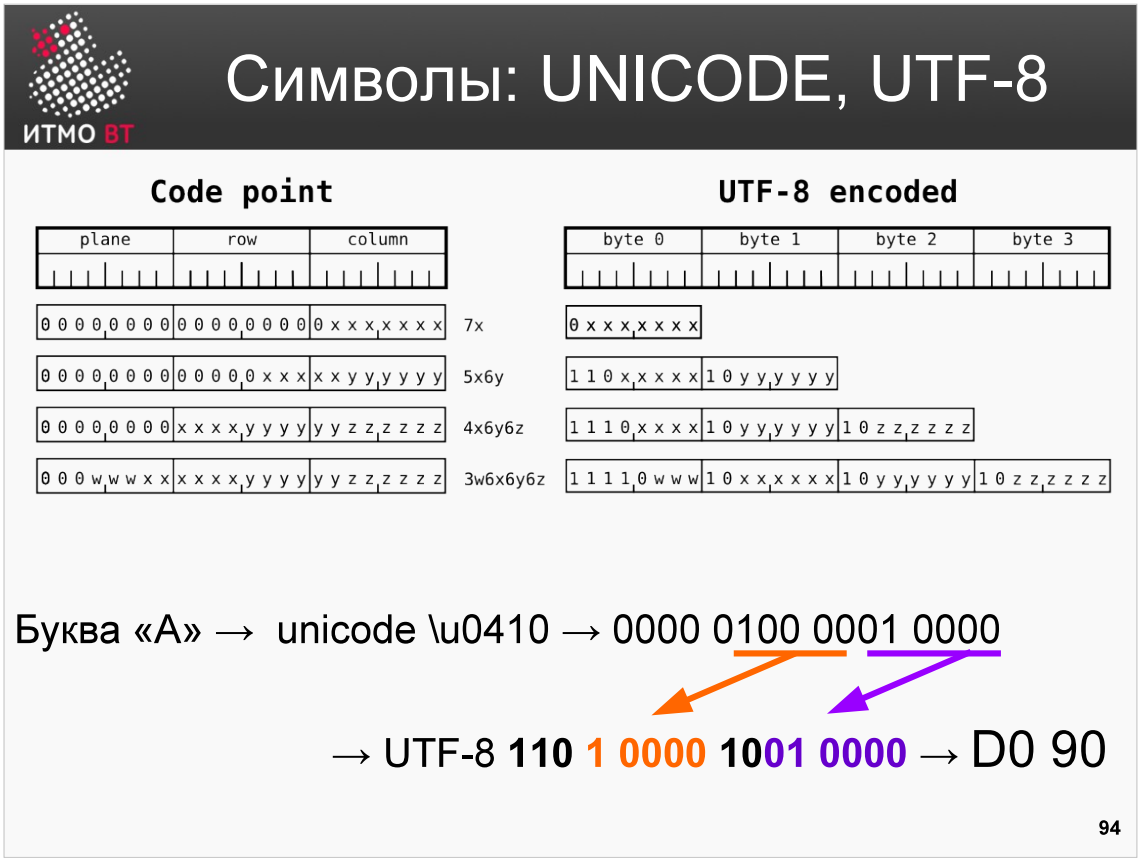
Надо отметить, что до широкого использования Unicode (см. далее) в российском сегменте вычислительных систем велись «войны кодировок». «Де факто» используется пять разных таблиц кодировок. Совместно с КОИ-8 использовались две кодировки ISO8859-5 (ГОСТ-основная) и cp866 (ГОСТ-альтернативная, в DOS), Win-1251, кириллическая кодировка для компьютеров Macintosh. Преимущества по сравнению с КОИ-7: русские буквы по алфавиту. Символ занимает 1 байт.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
80	402 Ђ	403 Ѓ	201A ‚	453 ѓ	201E „	2026 …	2020 †	2021 ‡	20AC €	2030 ‰	409 Љ	2039 ‹	40A Њ	40C Ќ	40B Ћ	40F Џ
90	452 ђ	2018 ‘	2019 ’	201C “	201D ”	2022 •	2013 –	2014 —		2122 ™	459 љ	203A ›	45A њ	45C ќ	45B ћ	45F џ
A0	A0	40E Ў	45E ў	408 Ј	A4 ¤	490 Ґ	A6 ¦	A7 §	401 Ё	A9 ©	404 Є	AB «	AC ¬	AD -	AE ®	407 Ї
B0	B0 °	B1 ±	406 І	456 і	491 ґ	B5 µ	B6 ¶	B7 ·	451 ё	2116 №	454 є	BB »	458 ј	405 Ѕ	455 ѕ	457 ї
C0	410 А	411 Б	412 В	413 Г	414 Д	415 Е	416 Ж	417 З	418 И	419 Й	41A К	41B Л	41C М	41D Н	41E О	41F П
D0	420 Р	421 С	422 Т	423 У	424 Ф	425 Х	426 Ц	427 Ч	428 Ш	429 Щ	42A Ъ	42B Ы	42C Ь	42D Э	42E Ю	42F Я
E0	430 а	431 б	432 в	433 г	434 д	435 е	436 ж	437 з	438 и	439 й	43A к	43B л	43C м	43D н	43E о	43F п
F0	440 р	441 с	442 т	443 у	444 ф	445 х	446 ц	447 ч	448 ш	449 щ	44A ъ	44B ы	44C ь	44D э	44E ю	44F я

Несмотря на многообразие и стандартизацию кириллических символов, компания Microsoft в операционной системе Windows использовала не кодовую страницу CP86 из своей предыдущей операционной системы DOS, а новую, которая была создана на базе кодировок, использовавшихся в ранних «самопальных» русификаторах Windows в 1990—1991 гг. совместно представителями «Параграфа», «Диалога» и российского отделения Microsoft.

Естественно войны кодировок привели к том, что тексты в сообщениях, передаваемых между разными системами, или полученные с веб-сайтов становились нечитаемыми. На слайде представлен небольшая юмористическая блок-схема, которая помогает понять, как последовательно применить перекодировщик из разных систем, чтобы получить читаемый текст. На самостоятельное изучение предлагается дешифровка и история сообщения в заголовке слайда.

Для перекодировки символов из разных таблиц используется утилиты unix: iconv, recode и dos2unix.



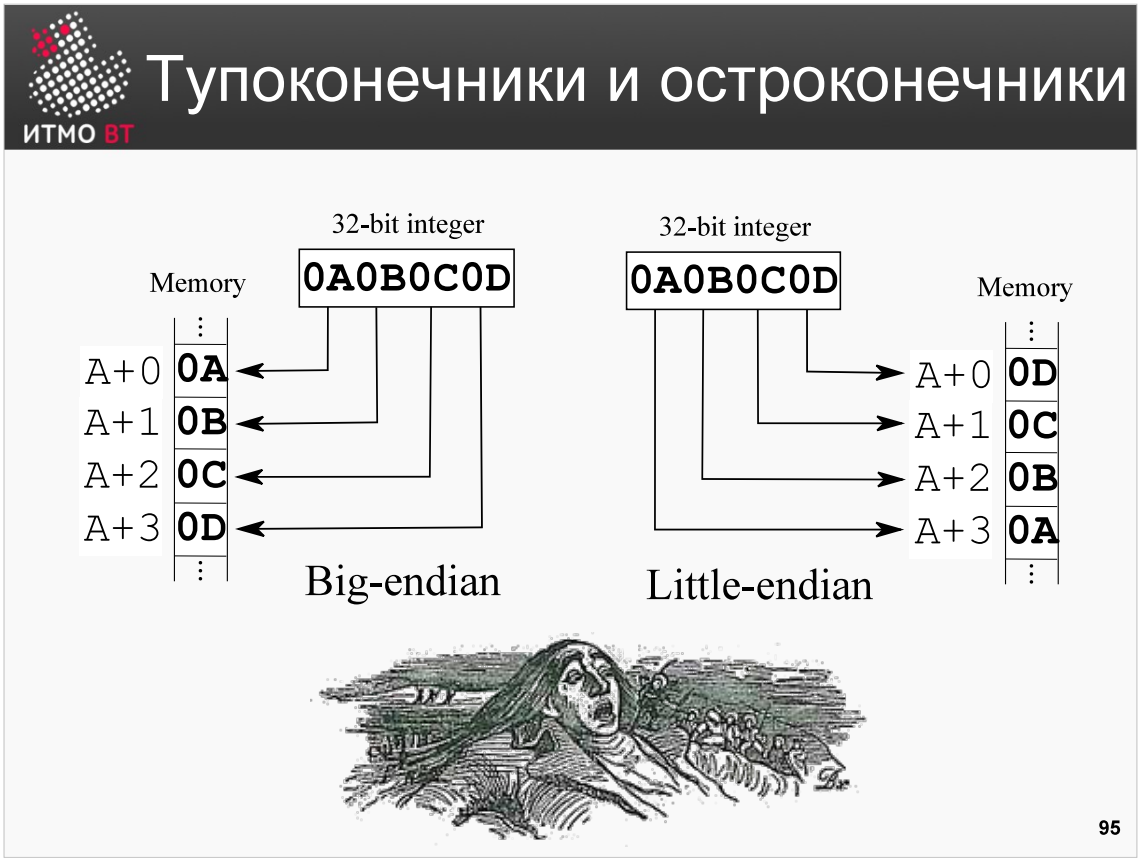
В настоящее время предложена и используется общемировая кодовая таблица *Unicode*. Стандарт предложен в 1991 году некоммерческой организацией «Консорциум Юникода» (англ. Unicode Consortium, Unicode Inc.)]. Применение этого стандарта позволяет закодировать очень большое число символов из разных систем письменности: в документах, закодированных по стандарту Юникод, могут соседствовать китайские иероглифы, математические символы, буквы греческого алфавита, латиницы и кириллицы, символы музыкальной нотной нотации, при этом становится ненужным переключение кодовых страниц.

Стандарт состоит из двух основных частей: универсального набора символов (Universal character set, UCS) и несколько форм представления или кодировок (Unicode transformation format, UTF). Универсальный набор символов перечисляет допустимые по стандарту Юникод символы и присваивает каждому символу код в виде неотрицательного целого числа, записываемого обычно в шестнадцатеричной форме с префиксом U+ (или \u), например, U+040F. Семейство кодировок определяет способы преобразования кодов символов для передачи в потоке или в файле. В настоящее время стандартом ISO/IEC 10646:2017 описаны более 136 тысяч символов.

В своей начальной части Unicode полностью совпадает с ASCII. Тоесть, младшие 7 битов предваряются битом 0, и далее следуют 7 битов символа. Если символ превышает 7 разрядов, то он представляется в виде двух байтов. При этом первые 5 битов предваряются преамбулой 110 и упаковываются в байт, следующий байт идет с преамбулой 10, и остальные 6 разрядов копируются во второй байт. Для символов, превышающих 11 бит, кодирование происходит по принципам, показанным на слайде. Таким образом каждому русскому символу соответствует 2 байта.

Проблема UTF-8 состоит в том, что один символ может быть закодирован 1-4 байтами. Наиболее часто используемая операция со строками – это определение длины строки. В UTF-8 ее сложнее определить, чем для любой однобайтной кодировки, где длина строки равна количеству байтов. Подсчет количества символов (функции семейства strlen) для кодировки UTF-8 реализован системными библиотеками.

Недостаток несоответствия длины строки количеству байтов можно исправить, используя кодировку UTF-16 или UFT-32, однако для представления строки в данных форматах используется больше памяти.



Следующее важное замечание относится к преобразованию последовательности байтов в машинные слова большей разрядности. На слайде изображен Гулливер. В «Путешествиях Гулливера» описаны две великих империи — Лилипутия и Блефуску, которые на протяжении «тридцати шести лун» вели ожесточенные войны из-за спора с какого конца есть вареное яйцо – с острого или тупого. Соответственно их звали остроконечники (Little-endian) и тупоконечники (Big-endian).

В мире вычислительной техники произошла подобная ситуация. Представьте, что у вас в регистре лежит слово, а для пересылки слова в память, вы должны расположить байты этого слова в определенном порядке. Как удобней для ЭВМ выполнить это размещение — с младшего или со старшего байта? Этот вопрос породил большое количество споров. Приверженцев разных способов размещения и сам способ размещения по аналогии с историей из Гуливера назвали Big-endian и Little-endian.

В современных ЭВМ в основном используется Little-endian – младшие разряды слова размещаются в начальных байтах памяти. В течении эволюции ЭВМ было выяснено, что никаких преимуществ один тип кодирования над другим не имеет. До сих пор между различными архитектурами, например Intel и SPARC, возникают проблемы совместимости. Однако еще раз уточним, что данная проблема яйца выеденного не стоит =)

Строка в ЭВМ (String) – конечная последовательность символов заданной длины. В БЭВМ не существует поддержки строк на уровне ЭВМ или библиотек, программист должен самостоятельно организовывать их в памяти. Так как длина строки является переменной величиной, то мы должны выделять для хранения строки разное количество байт, учитывая длину строки. В современных вычислительных системах и языках программирования размещение строк обычно организованно двумя разными способами.

В первом признаком конца строки является специальный символ. Обычно используется NUL, а строки называются NULL terminated String. Такой способ применяется в языке Си и подобных ему языках программирования.

Второй способ кодировки используется в Паскаль-подобных языках, где первое слово строки используется для хранения длины строки, и мы знаем что следующие символы относятся к данной строке. Кодировка UTF-8 может доставлять дополнительную «радость» программисту и библиотекам для определения количества байт, хранимых в длине строки, и определения количества символов в ней.

ИТМО ВТ

Все дело в шляпе!

97