ИНФОРМАТИКА

Лектор – к.т.н., доцент
Волкова Татьяна Викторовна.
+7(978) 734 52 68
volta2003@list.ru

Термин ***информатика*** возник в 60-х гг. во Франции для названия области, занимающейся автоматизированной обработкой информации с помощью электронных вычислительных машин. Французский термин образован путем слияния слов “информация” и “автоматика” и означает “информационная автоматика или автоматизированная переработка информации”. В англоязычных странах этому термину соответствует синоним computer science (наука о компьютерной технике).

Информатика — это техническая наука, систематизирующая приемы, создания, хранения, воспроизведения, обработки и передачи данных средствами вычислительной техники, а также принципы функционирования этих средств и методы управления ими.

Основной задачей информатики является систематизация приемов и методов работы с аппаратными и программными средствами вычислительной техники. ***Цель* систематизации** состоит в выделении, внедрении и развитии передовых, наиболее эффективных технологий, в автоматизации этапов работы с данными, а также в методическом обеспечении новых технологических исследований.

В составе основной задачи информатики сегодня можно выделить следующие направления для практических приложений:

1) архитектура вычислительных систем (приемы и методы построения систем, предназначенных для автоматической обработки данных);

2) интерфейсы вычислительных систем (приемы и методы управления аппаратным и программным обеспечением);

3) программирование (приемы, методы и средства разработки компьютерных программ);

4) преобразование данных (приемы и методы преобразования структур данных);

5) защита информации (обобщение приемов, разработка методов и средств защиты данных);

6) автоматизация (функционирование программно-аппаратных средств без участия человека);

7) стандартизация (обеспечение совместимости между аппаратными и программными средствами, а также между форматами представления данных, относящихся к различным типам вычислительных систем).

В 1946 году Д. фон Нейман, Г. Голдстайн и А. Беркс в своей совместной статье изложили новые принципы построения и функционирования ЭВМ.

В последствии на основе этих принципов производились первые два поколения компьютеров. В более поздних поколениях происходили некоторые изменения, хотя принципы Неймана актуальны и сегодня.

Принципы фон Неймана

1) **Использование двоичной системы счисления в вычислительных машинах (принцип двоичного кодирования)**. Преимущество перед десятичной системой счисления заключается в том, что устройства можно делать достаточно простыми, арифметические и логические операции в двоичной системе счисления также выполняются достаточно просто.

2) **Программное управление ЭВМ**. Работа ЭВМ контролируется программой, состоящей из набора команд. Команды выполняются последовательно друг за другом. Созданием машины с хранимой в памяти программой было положено начало тому, что мы сегодня называем программированием.

3) **Возможность условного перехода в процессе выполнения программы**. Не смотря на то, что команды выполняются последовательно, в программах можно реализовать возможность перехода к любому участку кода.

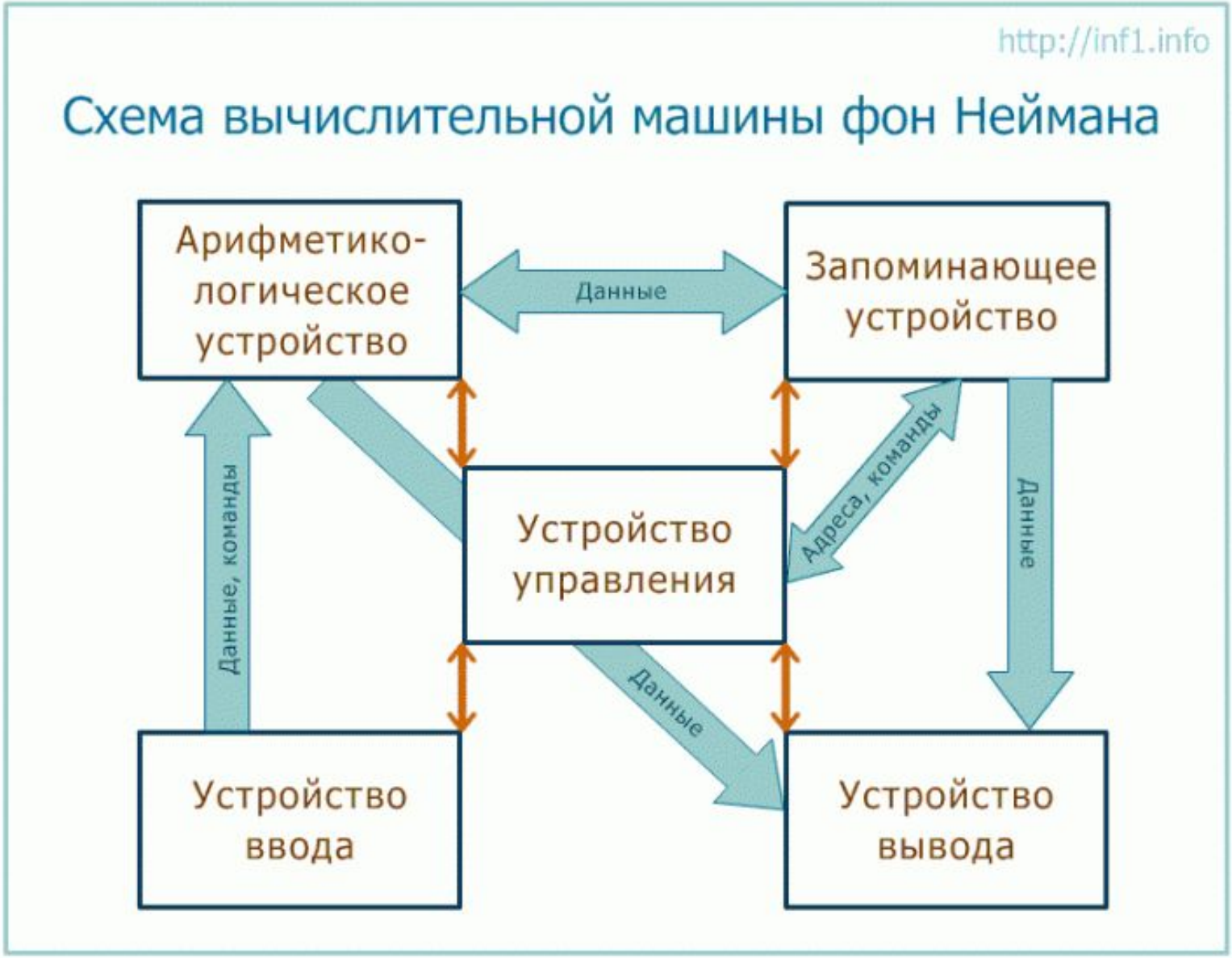
4) **Память компьютера используется не только для хранения данных, но и программ (принцип однородности памяти)**. При этом и команды программы и данные кодируются в двоичной системе счисления, т.е. их способ записи одинаков. Поэтому в определенных ситуациях над командами можно выполнять те же действия, что и над данными.

5) **Ячейки памяти ЭВМ имеют адреса, которые последовательно пронумерованы (принцип адресности)**. В любой момент можно обратиться к любой ячейке памяти по ее номеру (адресу). Этот принцип открыл возможность использовать переменные в программировании.

Самым главным следствием этих принципов являлось то, что теперь программа уже не была постоянной частью машины (как например, у калькулятора). Программу стало возможным легко изменить. Аппаратура при этом остается неизменной.

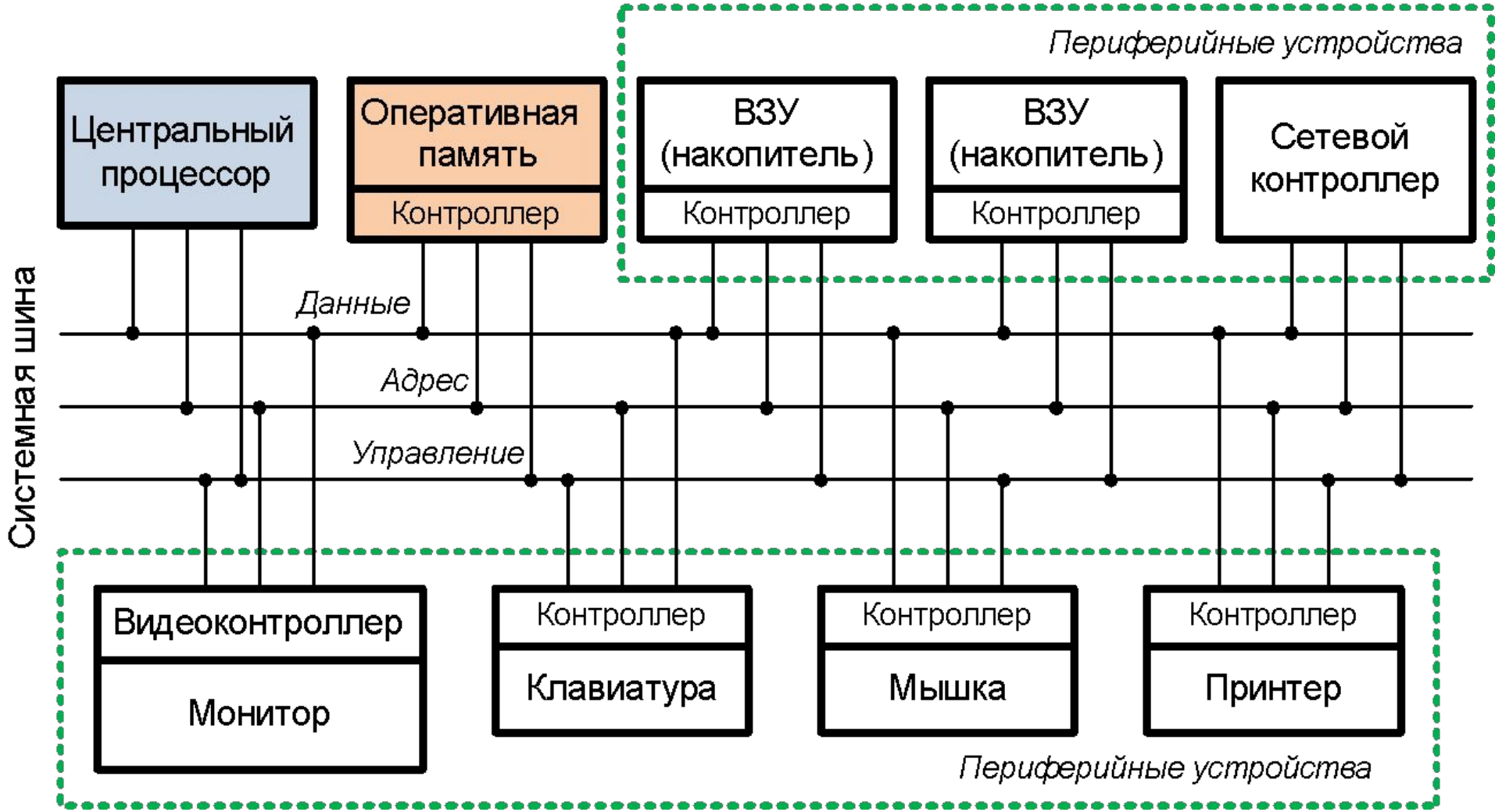
Программа компьютера ENIAC (1946 г.) не хранилась в памяти, а задавалась положением перемычек на специальной панели. Чтобы перепрограммировать машину (установить перемычки по-другому) могло потребоваться несколько дней.
Разработка программ для современных компьютеров занимает гораздо большее время (иногда даже годы), однако они работают на миллионах компьютеров после минутной установки на жесткий диск.

Машина фон Неймана состоит из запоминающего устройства (памяти) - ЗУ, арифметико-логического устройства - АЛУ, устройства управления – УУ (процессора), а также устройств ввода и вывода.



Общие сведения о компьютерах

Структура ЭВМ общего назначения

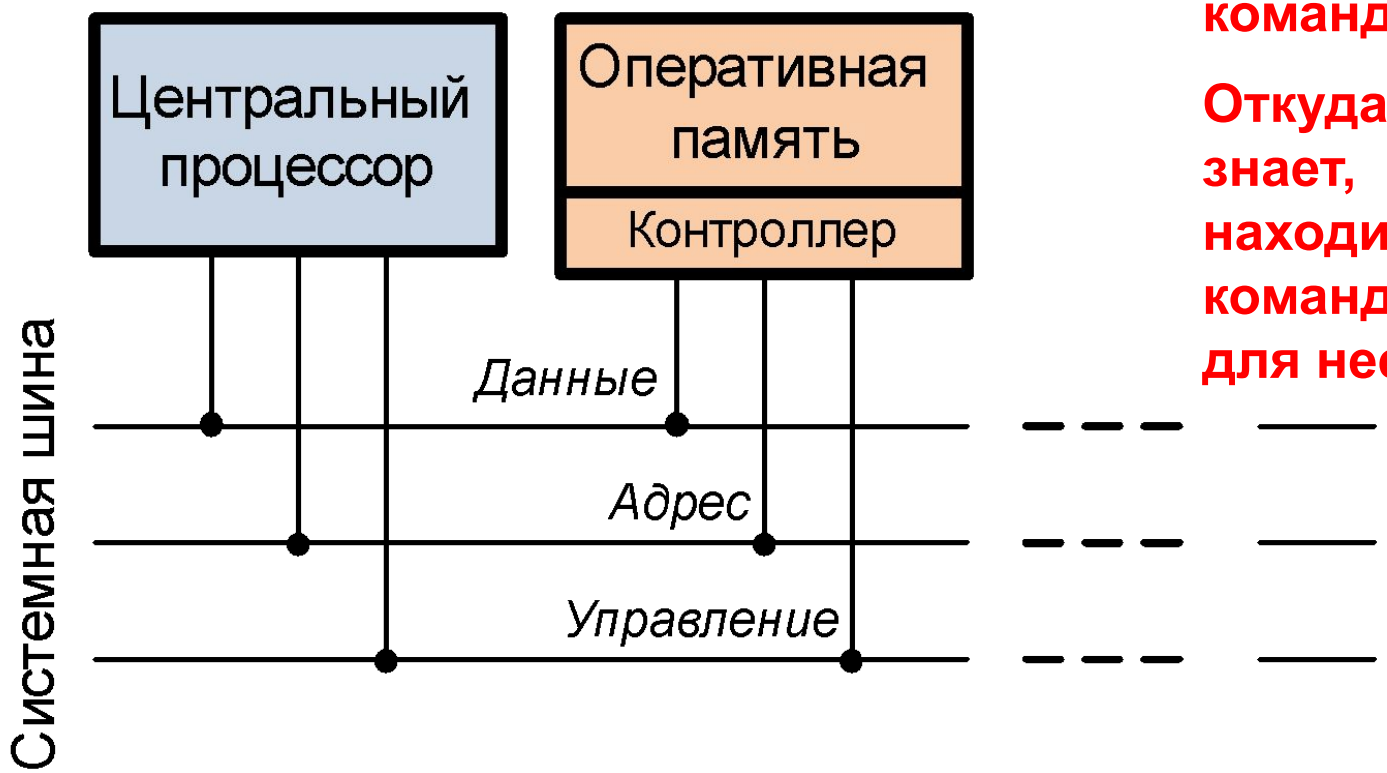


В каждый момент времени компьютер выполняет определенную программу. Программа – последовательность действий (команд), направленная на преобразование некоторых входных данных в выходные (результат).

Команды и данные программы, исполняемой в текущий момент времени хранятся в оперативной памяти (ОП). Выполняет команды процессор.

Вопрос: В каком виде хранятся данные и команды?

Откуда процессор знает, где в ОП находится очередная команда и данные для нее?



Представление информации в компьютере

Центральный процессор и оперативная память представляют собой электронные схемы постоянного тока с уровнем напряжения, равным, как правило, 5V.

Подобные схемы «понимают» информацию, представленную в двоичной системе счисления:

цифре “0” можно поставить в соответствие 0V,

цифре “1” – +5V

Если основание системы счисления равно 2, то других цифр в ней быть не может!

Давайте посчитаем немного ;-)

10-ричная	2-ичная	8-ричная	16-ричная
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14

Вывод: любое число можно представить в двоичной системе счисления, чтобы хранить его в памяти компьютера.

Обозначения схем, хранящих 1 бит информации

Если на выходе схемы 0, будем использовать следующее обозначение:

0

Если на выходе схемы 1, будем использовать следующее обозначение:

1

Обозначения схем, хранящих 1 байт = 8бит информации

0	1	1	0	1	1	0	1

или просто

01101101

Единицы информации

Информационная ёмкость одной ячейки памяти компьютера, способной находиться в двух различных состояниях, принята за единицу измерения количества информации - 1 **бит (1 двоичный разряд)**.

Бит (*англ binary digit – двоичная цифра, двоичное число; также игра слов: англ. bit - немного*).

1 байт = 8 бит,
1 Килобайт (Кбайт) = 1024 байт = 2^{10} байт,
1 Мегабайт (Мбайт) = 1024 Кбайт = 2^{20} байт,
1 Гигабайт (Гбайт) = 1024 Мбайт = 2^{30} байт.
1 Терабайт (Тбайт) = 1024 Гбайт = 2^{40} байт,
1 Петабайт (Пбайт) = 1024 Тбайт = 2^{50} байт.

Особое название имеет 4 бита - тетрада (нибл, полубайт, четыре двоичных разряда), которая вмещает в себя количество информации, содержащейся в одной шестнадцатеричной цифре.
Подробнее:
http://profbeckman.narod.ru/InformLekc.htm

Представление целого числа:

Зн	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0	1	1	0	1	1	0	1

0 – число положительное,
1 – число отрицательное

$$= 1*2^0+0*2^1+1*2^2+1+2^3+0*2^4+1*2^5+1*2^6=$$

$$= 1+4+8+32+64=+109$$

Вопрос: На клавиатуре мы набираем символы, которые являются входной информацией для некоторой программы. А как символы представить в двоичной системе?

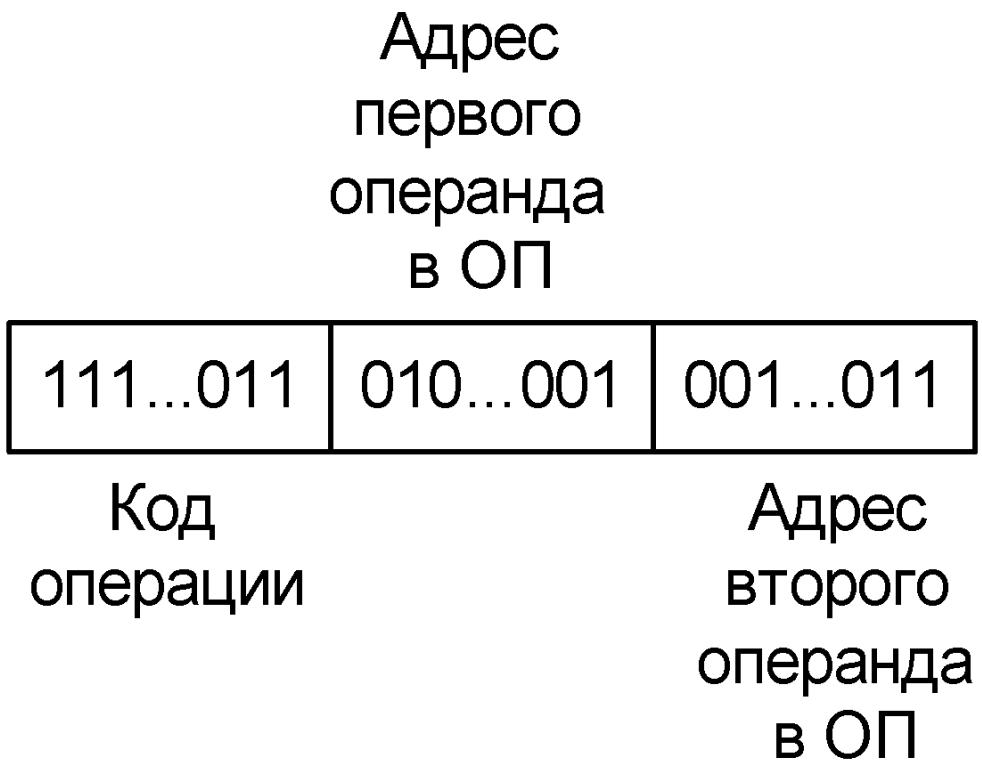
Под код символа можно отвести, например, 1 байт. Число различных комбинаций нулей и единиц в одном байте (1 байт=8 бит) равно 2^8 = 256. Т.е. кодовая таблица может содержать максимум 256 символов, представленных соответствующими им кодами (цифры, буквы английского алфавита, специальные и служебные символы).

Если под код символа отвести 2 байта=16 бит, то можно закодировать 2^{16} символов (используется для включения символов национальных алфавитов)

Вопрос: А как представить команду в двоичном виде?

Команда – это приказ компьютеру на выполнение какой-либо операции, например, операции сложения двух чисел (операндов), которые хранятся в оперативной памяти.

Можно представить команду в следующем формате:



Результат, как правило, помещается в память на место первого операнда

Вывод: любую информацию (числа, символы, команды) можно представить в двоичном виде и загрузить в оперативную память компьютера.

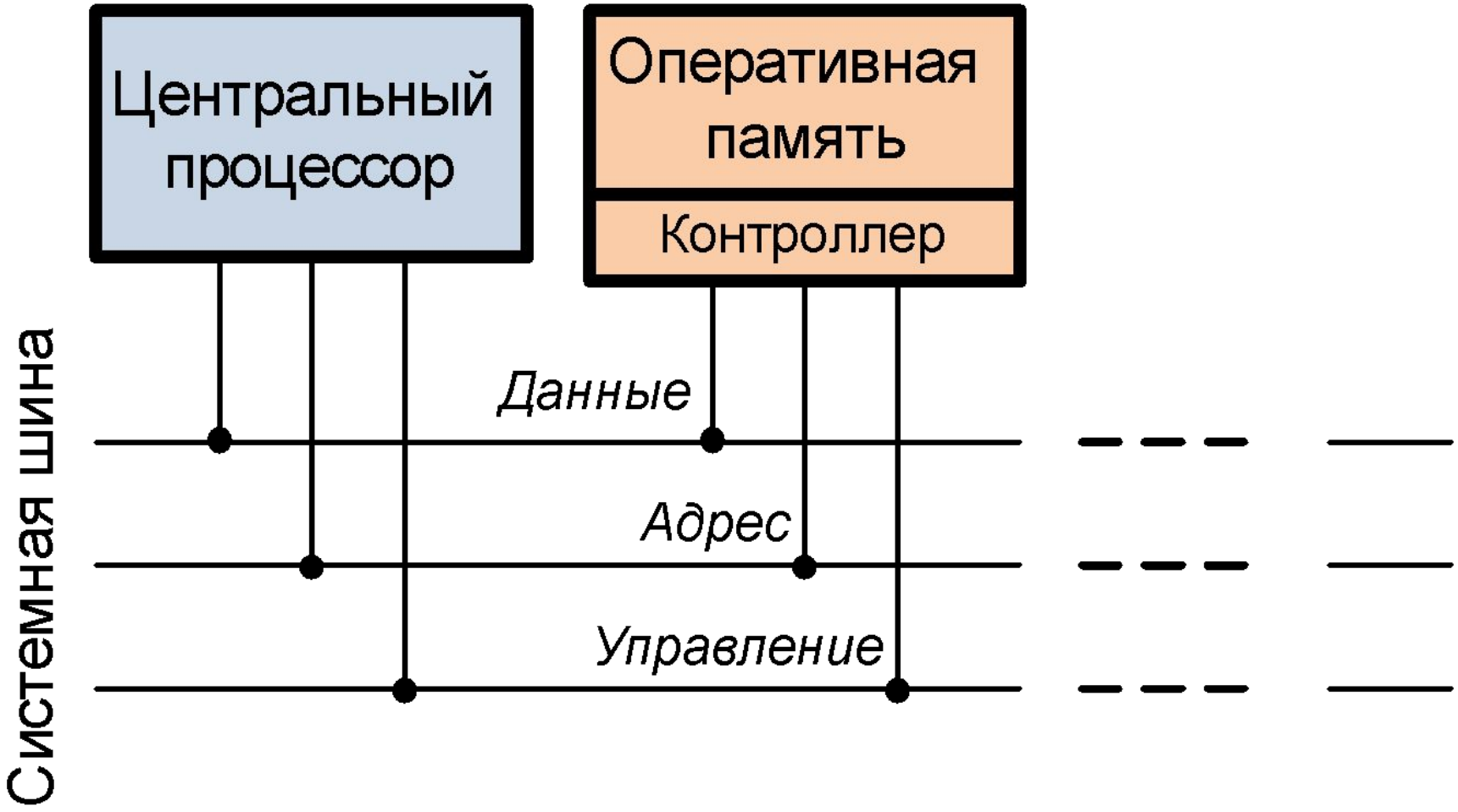
Взаимодействие процессора и ОП в процессе выполнения команды

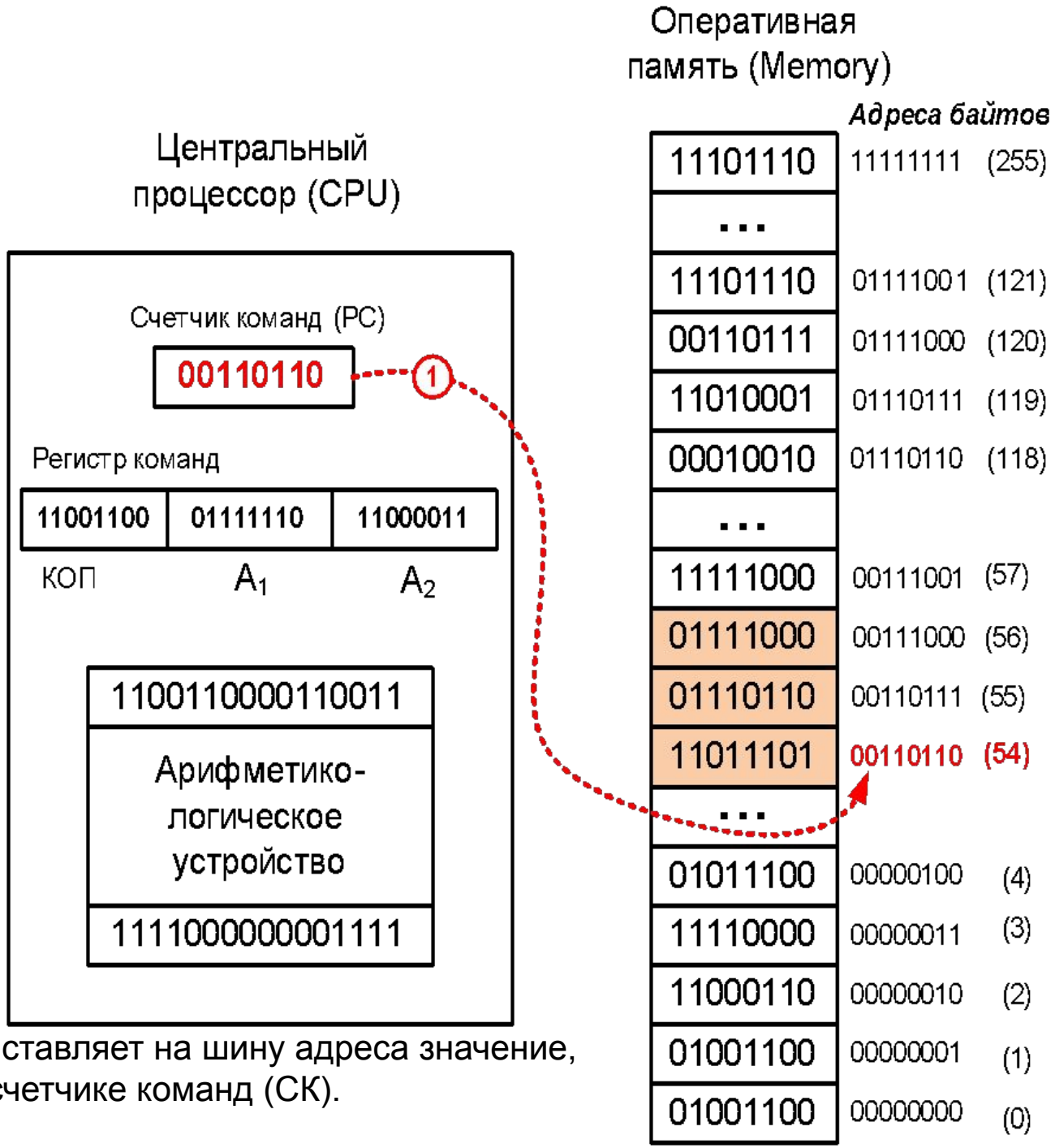
Терминология:

Электрические схемы, хранящие 1 бит информации называют триггерами.

Электрические схемы, хранящие n бит информации (n>1) называют n-разрядными регистрами.

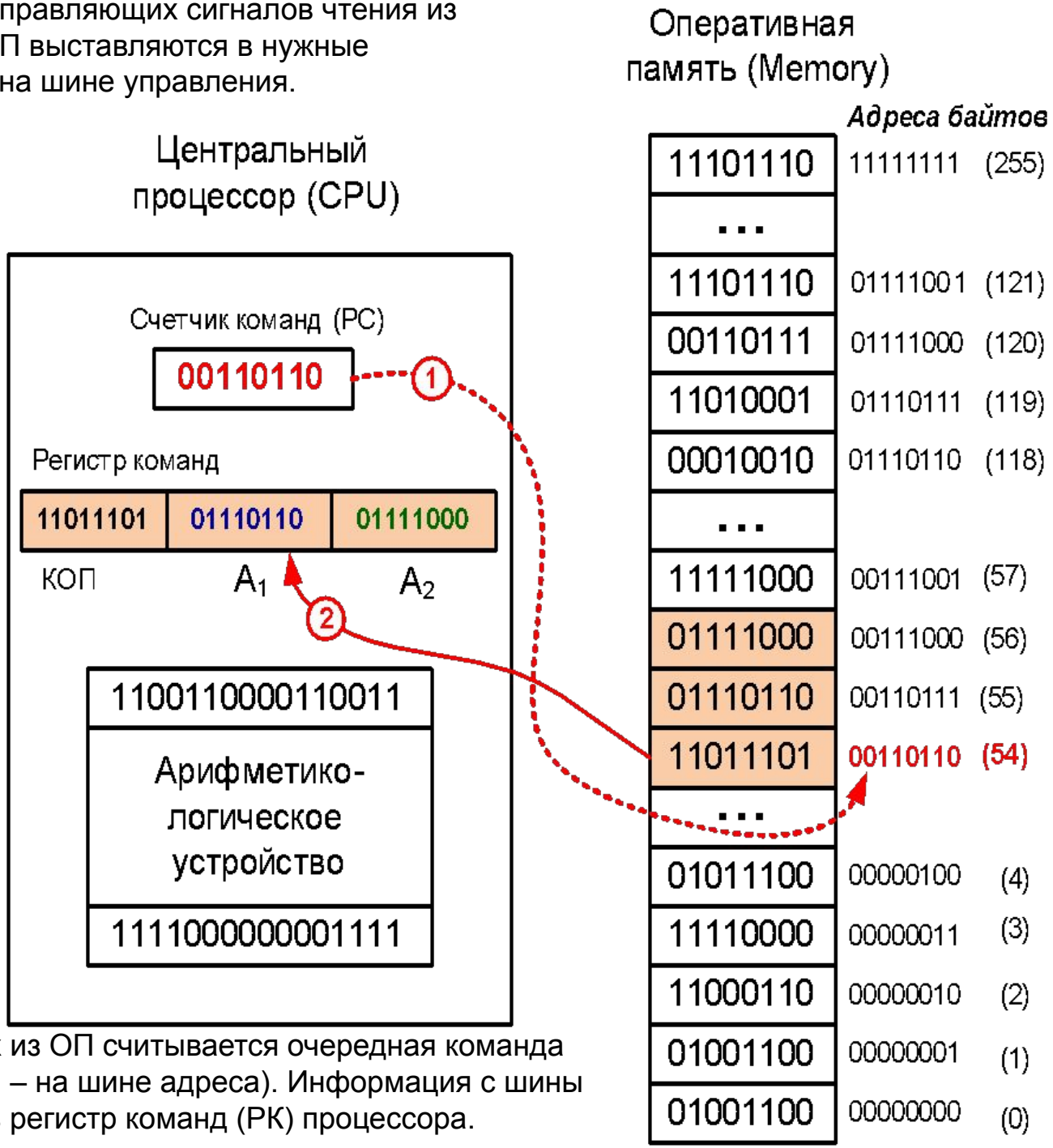
Электрические схемы, хранящие n бит информации (n>1) и умеющие при помощи специальных электрических цепей прибавлять к своему содержимому константу, называют n-разрядными счетчиками.


Центральный процессор
Оперативная память
Контроллер
Системная шина
Данные
Адрес
Управление

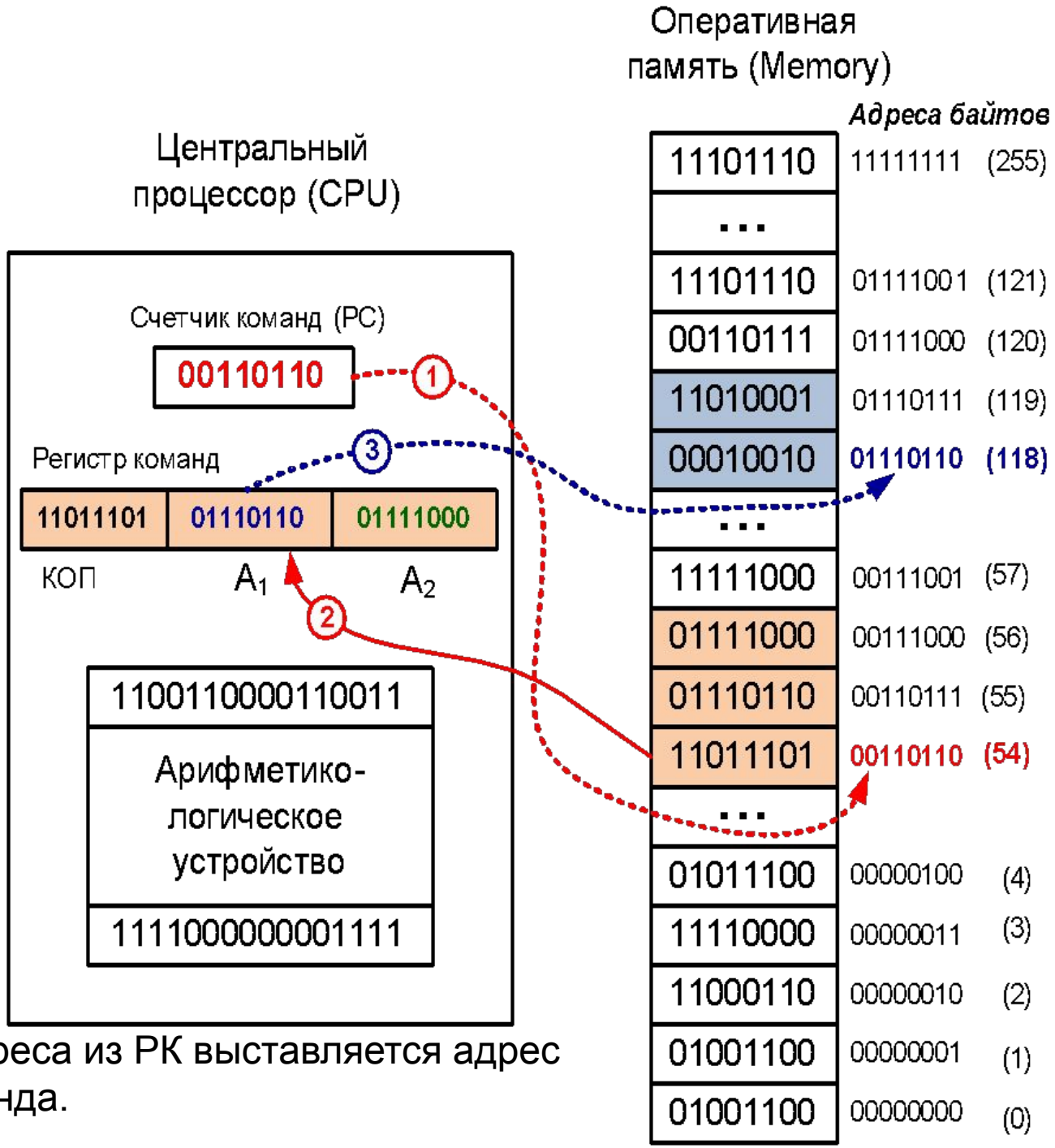


1) Процессор выставляет на шину адреса значение, находящееся в счетчике команд (СК).

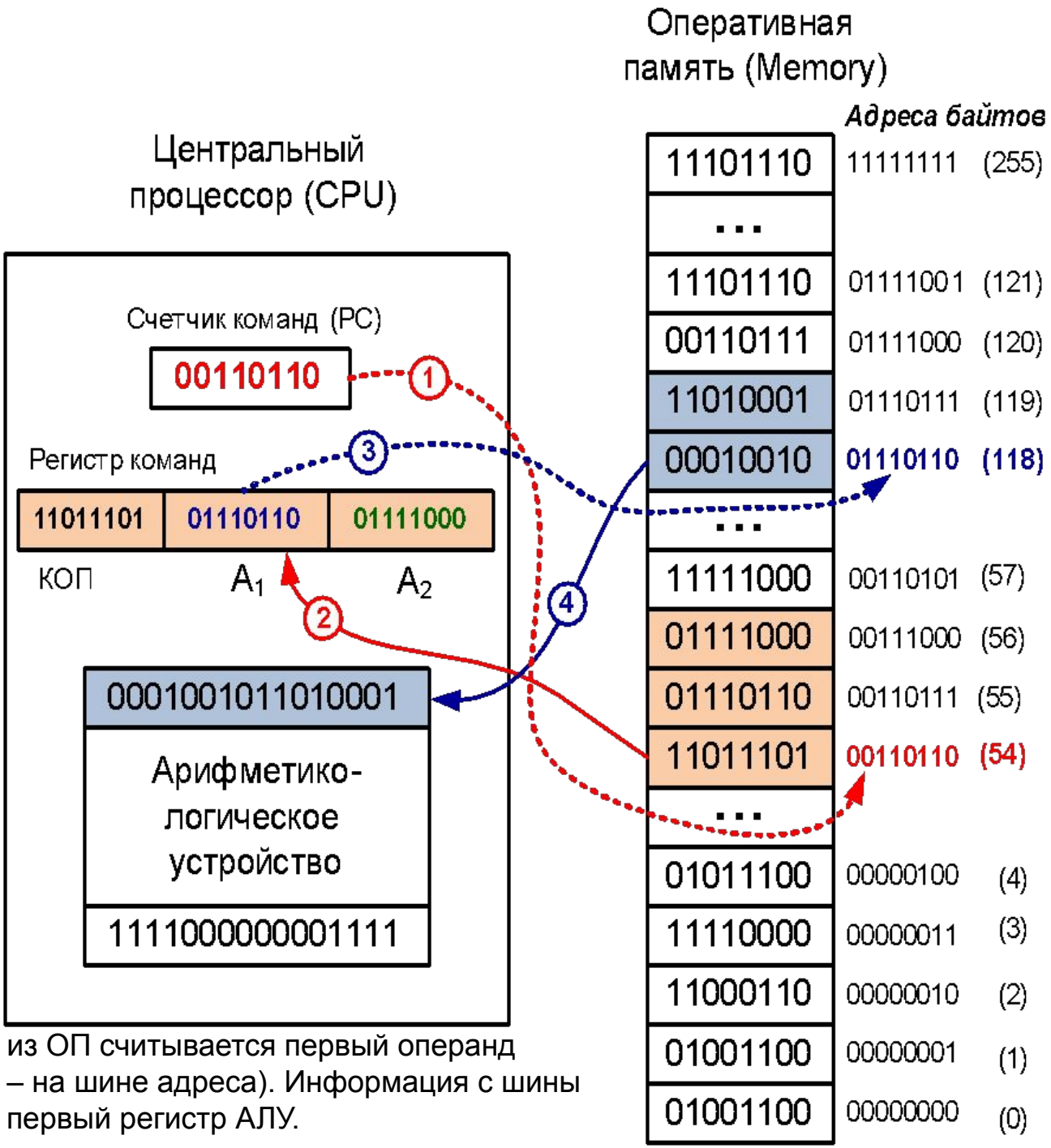
Активные уровни управляющих сигналов чтения из ОП или записи в ОП выставляются в нужные моменты времени на шине управления.



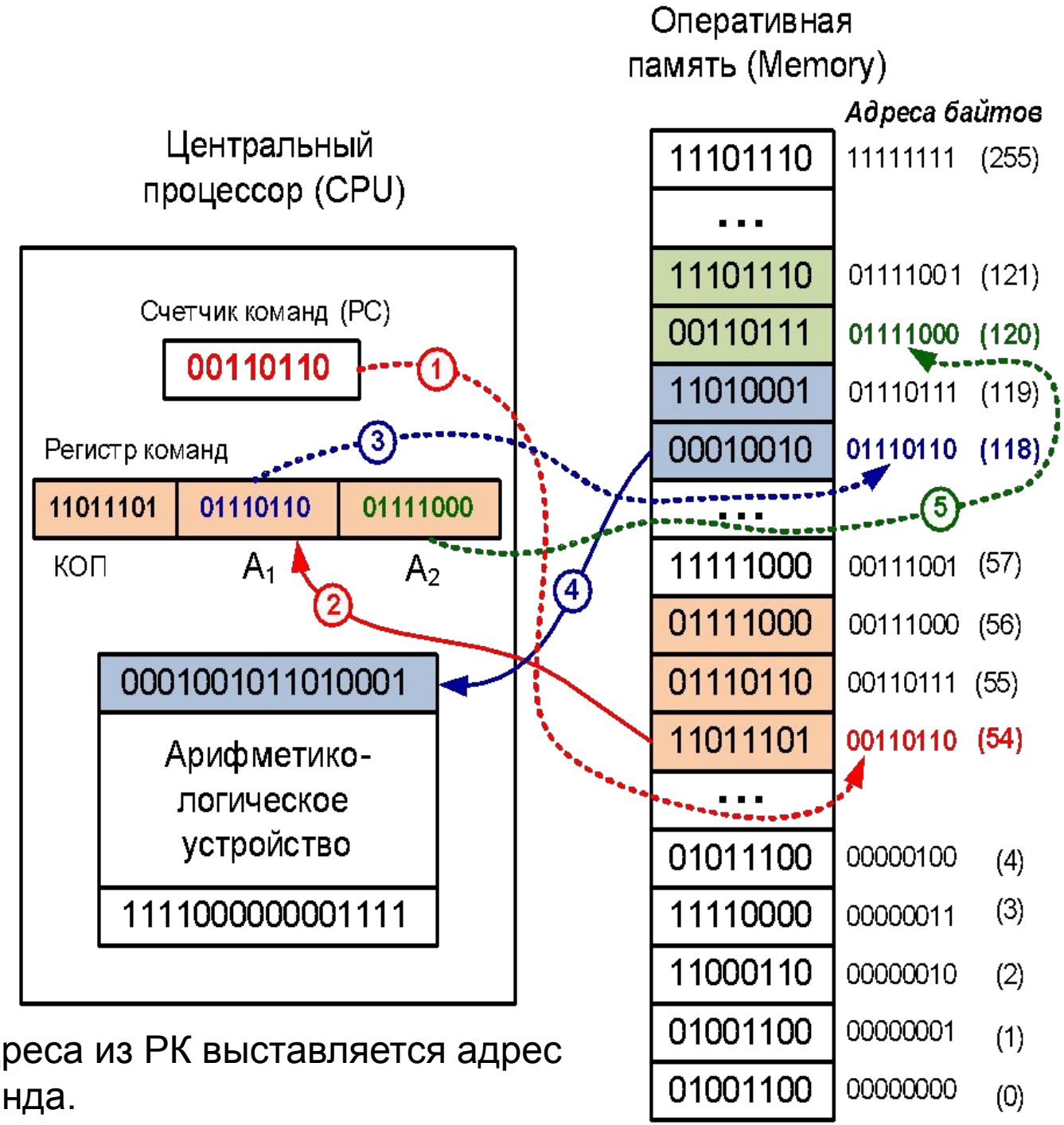
2) На шину данных из ОП считывается очередная команда (адрес области ОП – на шине адреса). Информация с шины данных попадает в регистр команд (РК) процессора.



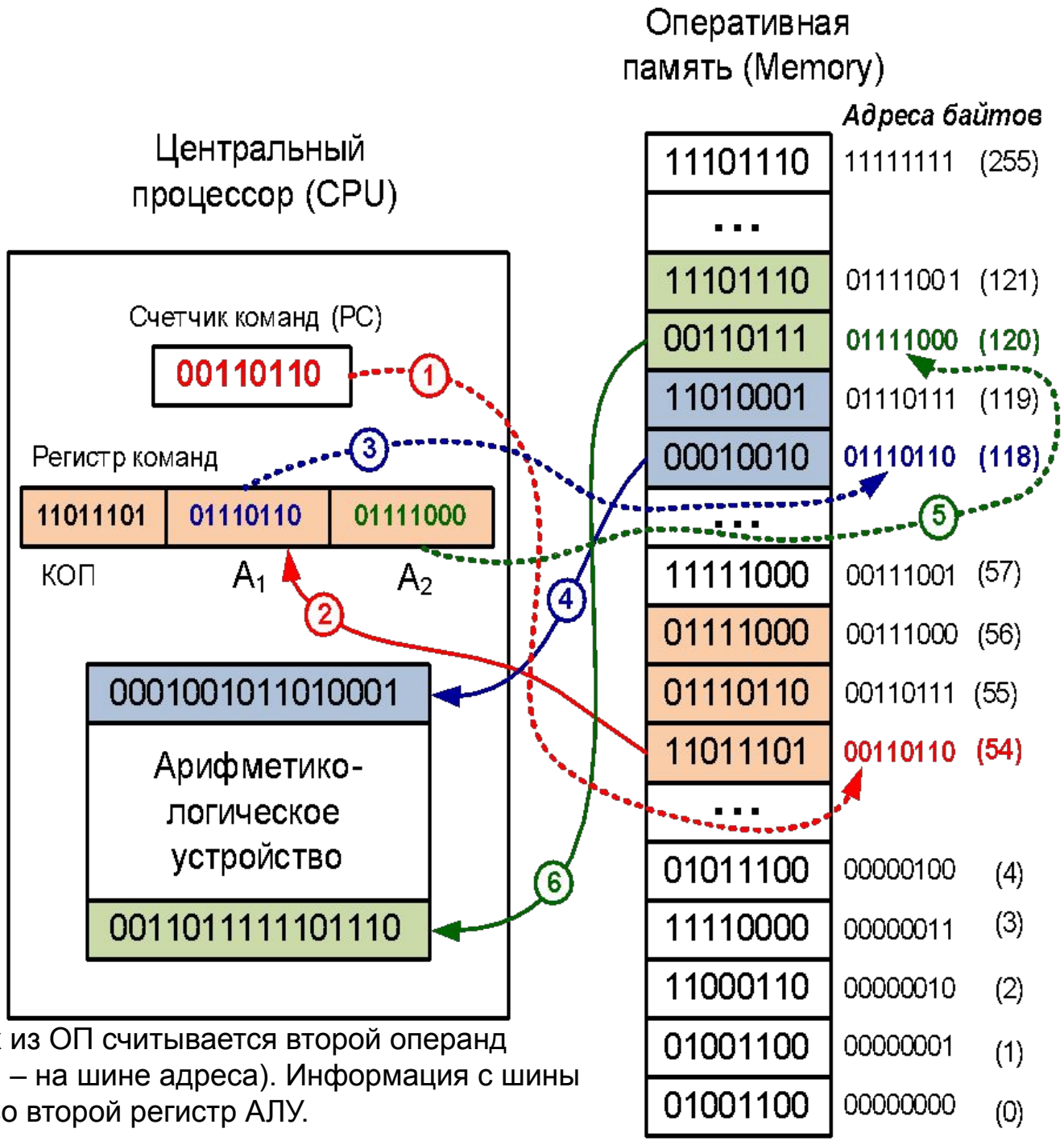
3) На шину адреса из РК выставляется адрес первого операнда.



4) На шину данных из ОП считывается первый операнд (адрес области ОП – на шине адреса). Информация с шины данных попадает в первый регистр АЛУ.



5) На шину адреса из РК выставляется адрес второго операнда.



6) На шину данных из ОП считывается второй операнд (адрес области ОП – на шине адреса). Информация с шины данных попадает во второй регистр АЛУ.

Центральный процессор (CPU)

Счетчик команд (PC)

00110110

Регистр команд

11011101	01110110	01111000
КОП	A_1	A_2

7

0100101010111111

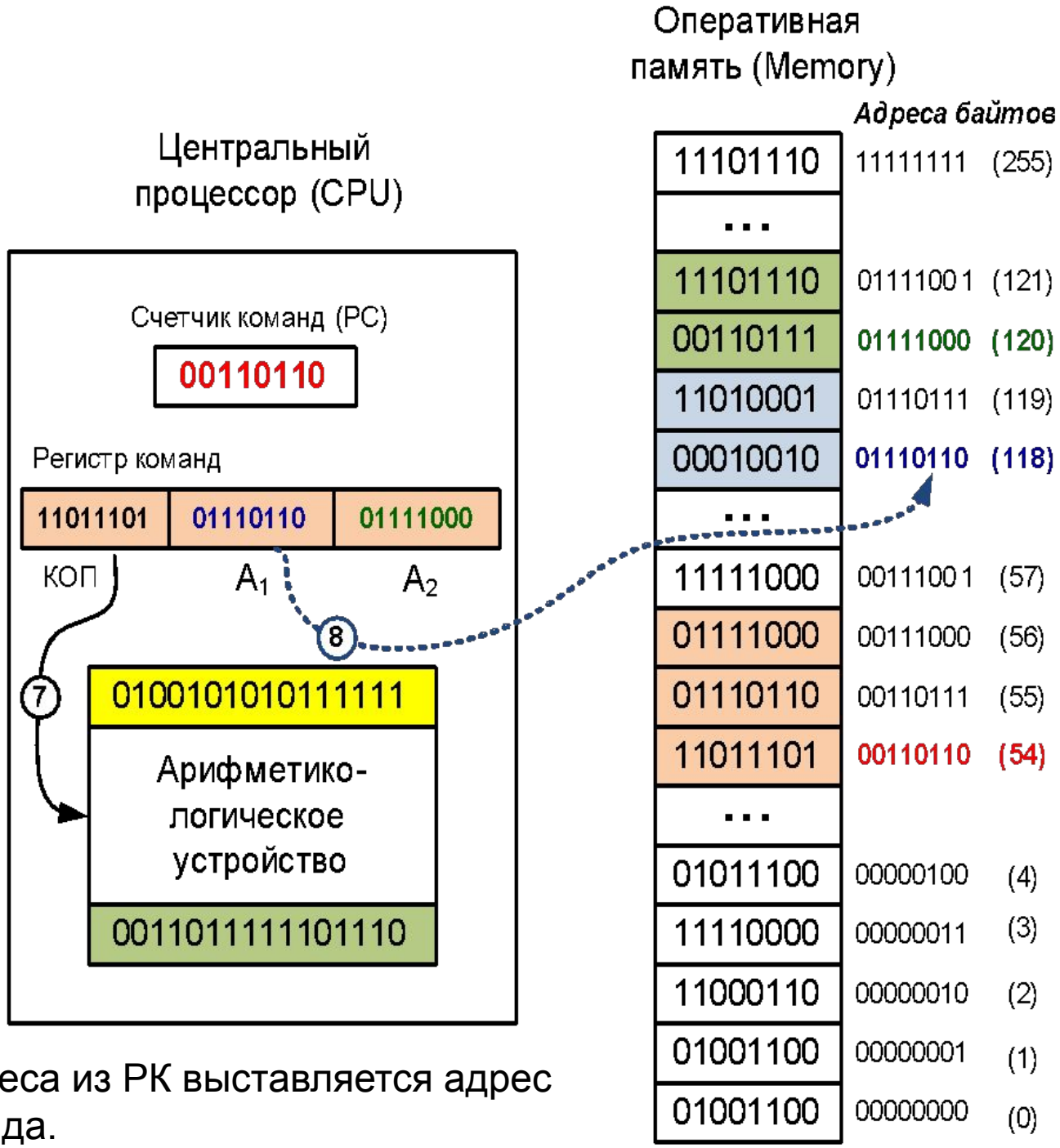
Арифметико-логическое устройство

0011011111101110

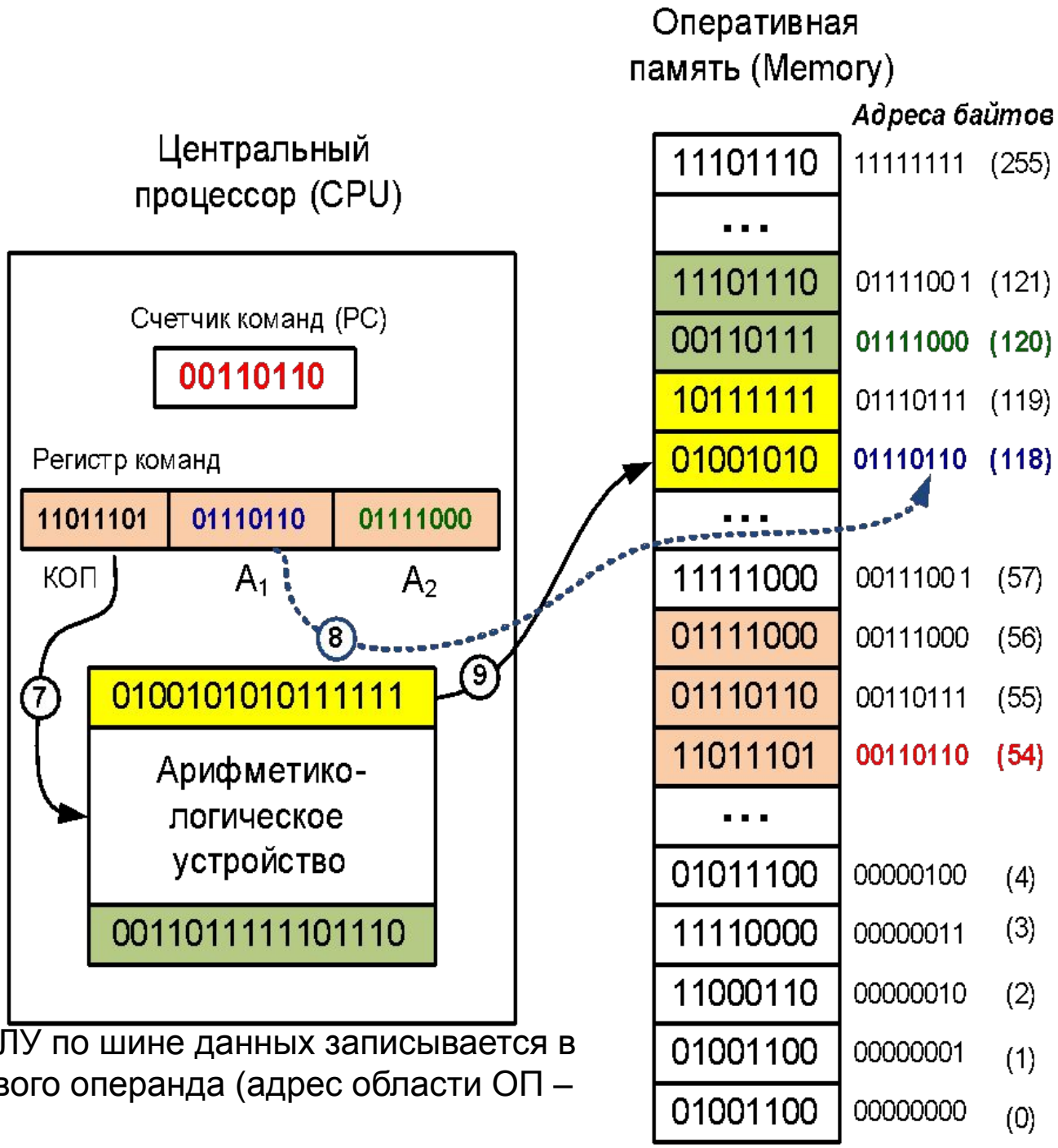
Оперативная память (Memory)

	Адреса байтов	
11101110	11111111	(255)
...		
11101110	01111001	(121)
00110111	01111000	(120)
11010001	01110111	(119)
00010010	01110110	(118)
...		
11111000	00111001	(57)
01111000	00111000	(56)
01110110	00110111	(55)
11011101	00110110	(54)
...		
01011100	00000100	(4)
11110000	00000011	(3)
11000110	00000010	(2)
01001100	00000001	(1)
01001100	00000000	(0)

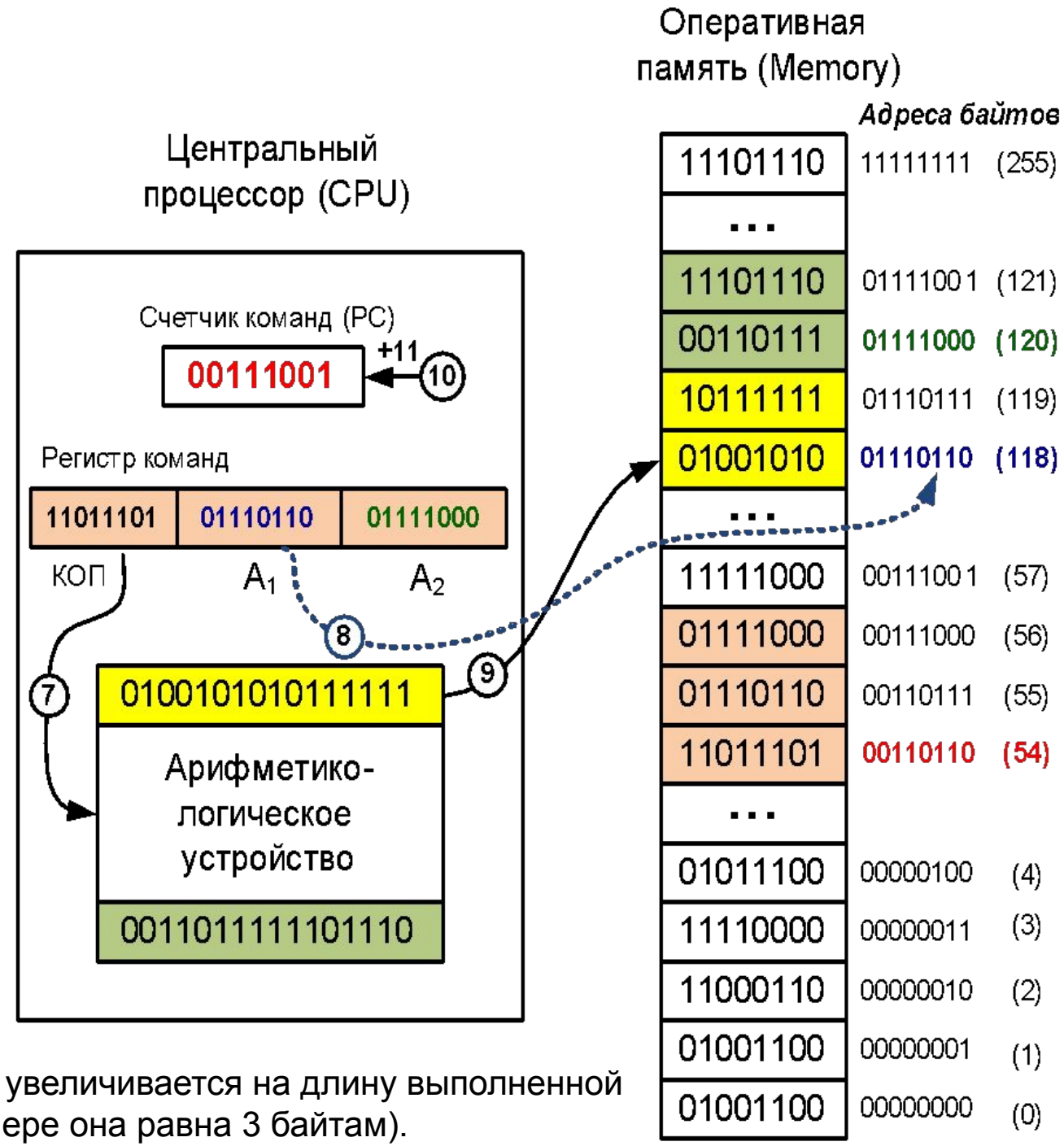
7) В АЛУ выполняется операция, соответствующая значению в поле КОП РК. В первом регистре АЛУ появляется результат.



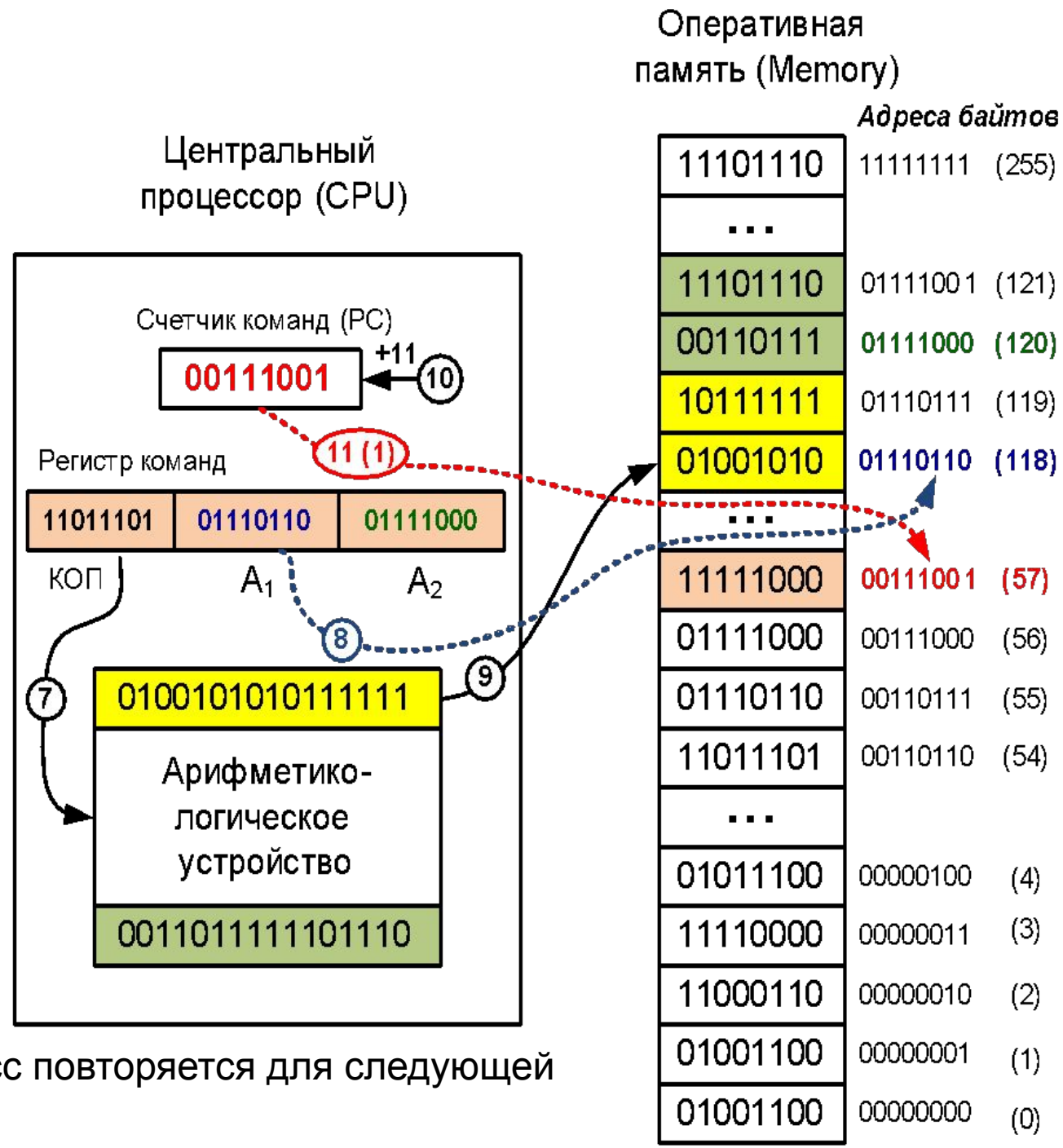
8) На шину адреса из РК выставляется адрес первого операнда.



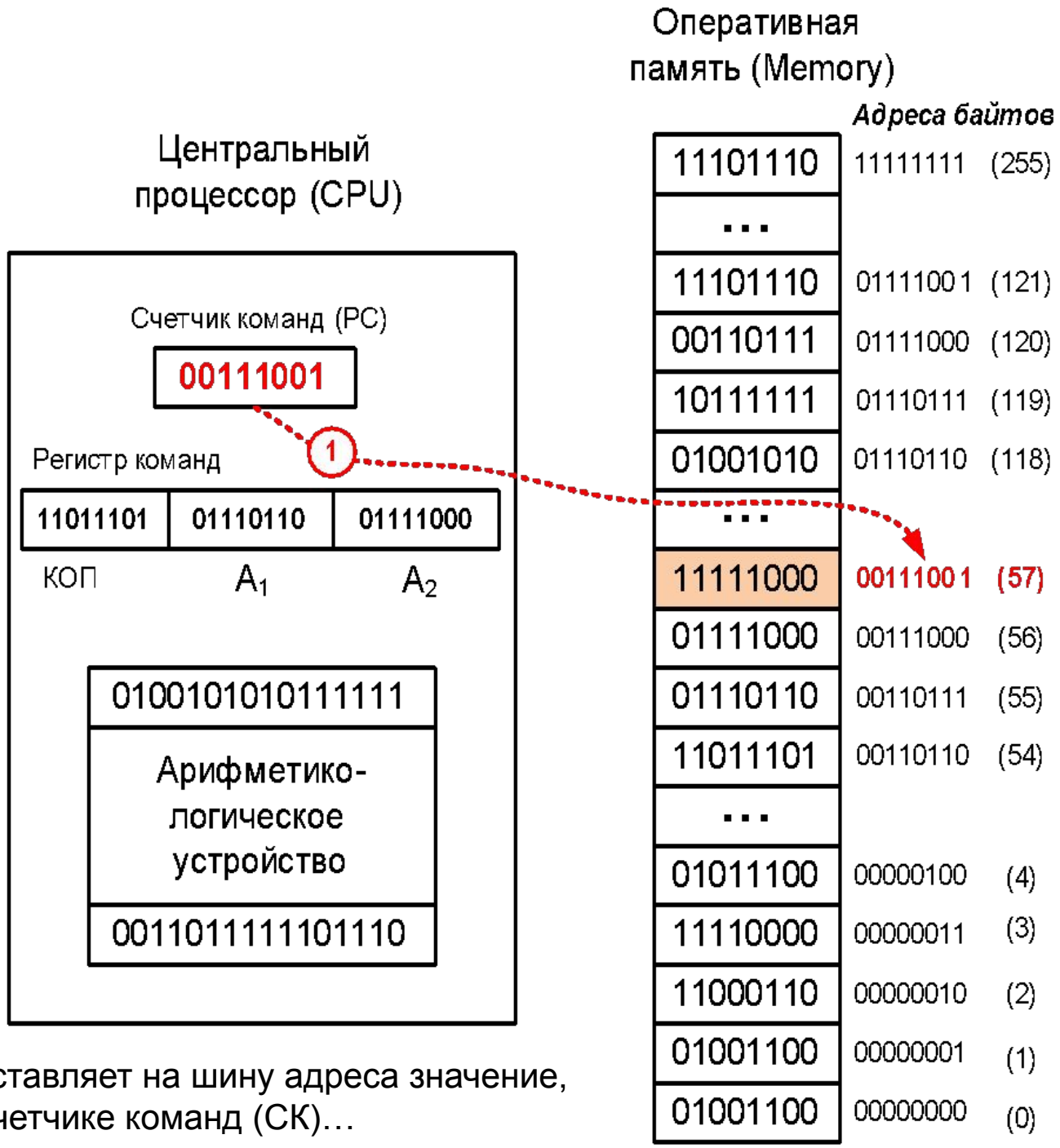
9) Результат из АЛУ по шине данных записывается в ОП на место первого операнда (адрес области ОП – на шине адреса).



10. Значение СК увеличивается на длину выполненной команды (в примере она равна 3 байтам).



11(1). И процесс повторяется для следующей команды.



1) Процессор выставляет на шину адреса значение, находящееся в счетчике команд (СК)…

Каждый процессор исполняет определенный набор команд, который называется системой команд процессора. В этот набор входят арифметические и логические команды, команды пересылки информации между регистрами процессора и оперативной памятью, команды передачи управления, команды ввода-вывода и др.

Данные о системе команд конкретного процессора можно получить из соответствующих справочников.

В качестве примера приведем фрагмент описания системы команд микропроцессора (микроконтроллера) КМ1816ВЕ51.

Таблица 3.13. Группа команд арифметических операций

Название команды	Мнемокод	КОП	Т	Б	Ц	Операция
Сложение аккумулятора с регистром ($n = 0 \div 7$)	ADD A, Rn	00101rrr	1	1	1	(A) ← (A) + (Rn)
Сложение аккумулятора с прямоадресуемым байтом	ADD A, ad	00100101	3	2	1	(A) ← (A) + (ad)
Сложение аккумулятора с байтом из РПД ($i = 0,1$)	ADD A, @Ri	0010011i	1	1	1	(A) ← (A) + ((Ri))
Сложение аккумулятора с константой	ADD A, #d	00100100	2	2	1	(A) ← (A) + # d
Сложение аккумулятора с регистром и переносом	ADDC A, Rn	00111rrr	1	1	1	(A) ← (A) + (Rn) + (C)
Сложение аккумулятора с прямоадресуемым байтом и переносом	ADDC A, ad	00110101	3	2	1	(A) ← (A) + (ad) + (C)
Сложение аккумулятора с байтом из РПД и переносом	ADDC A, @Ri	0011011i	1	1	1	(A) ← (A) + ((Ri)) + (C)
Сложение аккумулятора с константой и переносом	ADDC A, #d	00110100	2	2	1	(A) ← (A) + # d + (C)
Десятичная коррекция аккумулятора	DA A	11010100	1	1	1	Если $(A_{0-3}) > 9 \vee ((AC) = 1)$, то $(A_{0-3}) \leftarrow (A_{0-3}) + 6$, затем если $(A_{4-7}) > 9 \vee ((C) = 1)$, то $(A_{4-7}) \leftarrow (A_{4-7}) + 6$
Вычитание из аккумулятора регистра и заема	SUBB A, Rn	10011rrr	1	1	1	(A) ← (A) − (C) − (Rn)
Вычитание из аккумулятора прямоадресуемого байта и заема	SUBB A, ad	10010101	3	2	1	(A) ← (A) − (C) − ((ad))
Вычитание из аккумулятора байта РПД и заема	SUBB A, @Ri	1001011i	1	1	1	(A) ← (A) − (C) − ((Ri))
Вычитание из аккумулятора константы и заема	SUBB A, d	10010100	2	2	1	(A) ← (A) − (C) − # d
Инкремент аккумулятора	INC A	00000100	1	1	1	(A) ← (A) + 1
Инкремент регистра	INC Rn	00001rrr	1	1	1	(Rn) ← (Rn) + 1
Инкремент прямоадресуемого байта	INC ad	00000101	3	2	1	(ad) ← (ad) + 1
Инкремент байта в РПД	INC @Ri	0000011i	1	1	1	((Ri)) ← ((Ri)) + 1
Инкремент указателя данных	INC DPTR	10100011	1	1	2	(DPTR) ← (DPTR) + 1
Декремент аккумулятора	DEC A	00010100	1	1	1	(A) ← (A) − 1
Декремент регистра	DEC Rn	00011rrr	1	1	1	(Rn) ← (Rn) − 1
Декремент прямоадресуемого байта	DEC ad	00010101	3	2	1	(ad) ← (ad) − 1
Декремент байта в РПД	DEC @Ri	0001011i	1	1	1	((Ri)) ← ((Ri)) − 1
Умножение аккумулятора на регистр B	MUL AB	10100100	1	1	4	(B)(A) ← (A) × (B)
Деление аккумулятора на регистр B	DIV AB	10000100	1	1	4	(A).(B) ← (A)/(B)

Как видно из приведенной выше таблицы, каждая машинная команда имеет буквенный аналог – мнемонику (запись команды на языке ассемблера).

Язык ассемблера – язык программирования низкого уровня, жестко привязанный к конкретному процессору. Чтобы программировать на языке ассемблера нужно хорошо представлять себе структуру конкретного процессора и вычислительной системы в целом. Такое программирование – достаточно сложный, долгий и дорогостоящий процесс.

Человеку удобно записывать программу на языке, близком к естественному. Подобные языки называются языками высокого уровня. Они во многом абстрагируются от структуры конкретной вычислительной системы:

Pascal, C(«Си»), C++, C#, Java

Программа на языке программирования переводится в двоичные команды (процессора) специальной очень сложной программой (транслятором).
Если переводится сразу вся программа, то программа-транслятор называется компилятором. Как правило, при компиляции создается файл с расширением .exe, который можно запустить на выполнение.

Если перевод делается постепенно, по отдельным «фразам», и переведенное тут же исполняется, программа-транслятор называется интерпретатором.

Программа-транслятор должна соответствовать операционной системе.

Характеристики ЭВМ

1. Емкость оперативной памяти (измеряется в гигабайтах).
2. Ширина выборки из ОП (разрядность шины данных). Чем больше ширина выборки, тем выше быстродействие компьютера (за одно обращение к ОП в 64-разрядных компьютерах выбирается сразу 8 байтов).
3. Операционные ресурсы (система команд процессора).
4. Типы обрабатываемых данных (целые и вещественные числа, символы, поля битов).

5. Производительность зависит от тактовой частоты процессора (которая определяется элементной базой) и архитектурой компьютера.

Из двух компьютеров, имеющих процессорные системы с одинаковой тактовой частотой, созданных на одинаковой элементной базе, один может быть более производительным, чем другой. На производительность компьютера влияют архитектурные особенности компьютера (размер шины данных, стратегии кэширования ОП, параметры видеокарты и др).

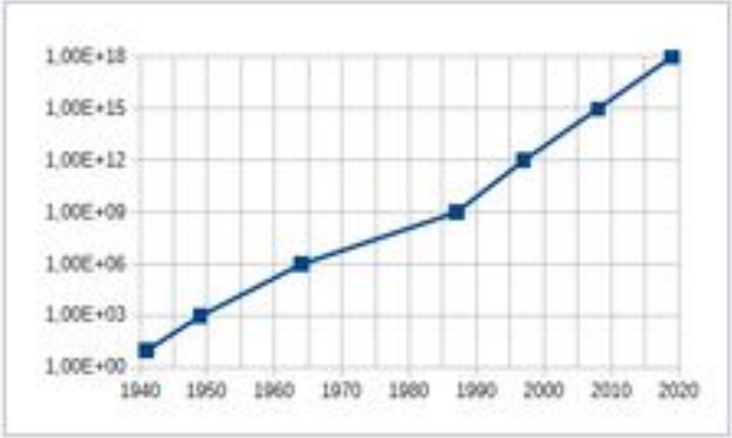
Смесь Гибсона – это тест, состоящий из специально подобранных команд и данных по которому интегрально определяется производительность компьютера.

Из двух компьютеров более производительным считается тот, на котором тест выполняется быстрее.

Данные из Википедии

Вычислительная мощность компьютера (производительность компьютера) — это количественная характеристика скорости выполнения определённых операцийВычислительная мощность компьютера (производительность компьютера) — это количественная характеристика скорости выполнения определённых операций на компьютереВычислительная мощность компьютера (производительность компьютера) — это количественная характеристика скорости выполнения определённых операций на компьютере. Чаще всего вычислительная мощность измеряется во флопсах,
от англ. ***FL****oating-point* ***O****perations* ***P****er* ***S****econd* **(количество операций с плавающей запятой(количество операций с плавающей запятой в секунду(количество операций с плавающей запятой в секунду), а также производными от неё. На данный момент принято причислять к суперкомпьютерам(количество операций с плавающей запятой в секунду), а также производными от неё. На данный момент принято причислять к суперкомпьютерам системы с вычислительной мощностью более 10 терафлопсов (10*10^{12} или десять триллионов флопсов;**

Производительность суперкомпьютеров		
Название	год	флопсы
флопс	1941	10^0
килофлопс	1949	10^3
мегафлопс	1964	10^6
гигафлопс	1987	10^9
терафлопс	1997	10^{12}
петафлопс	2008	10^{15}
эксафлопс	2019 или позже[1][2]	10^{18}
зеттафлопс	не ранее 2030[1]	10^{21}



Рост производительности суперкомпьютеров во флопсах

https://ru.wikipedia.org/wiki/FLOPS

1 флопс = 10^0 = 1 оп/с

6. Математическое (программное обеспечение) расширяет операционные ресурсы компьютера).

Все программное обеспечение можно разделить на три вида:
1) системное ПО;
2) средства разработки;
3) прикладные программы

1) <u>Системное программное обеспечение</u> – это операционные системы, а также различные программы-утилиты для диагностики ресурсов компьютера (например, тестирования оперативной памяти), предоставления пользователю удобного способа взаимодействия с компьютером (например, командная строка), а также обслуживания ресурсов компьютера (например, разметка диска).

Операцио́нная систе́ма, сокр. ОС (англ. operating system, OS) — комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для управления ресурсами вычислительного устройства и организации взаимодействия с пользователем (графический или текстовый интерфейс пользователя).

В логической структуре типичной вычислительной системы операционная система занимает положение между устройствами с их микроархитектурой, машинным языком и, возможно, собственными (встроенными) микропрограммами (драйверами) — с одной стороны — и прикладными программами с другой.

Разработчикам программного обеспечения операционная система позволяет абстрагироваться от деталей реализации и функционирования устройств, предоставляя минимально необходимый набор функций (интерфейс программирования приложений).

Понятие интерфейса вообще можно описать как набор методов для организации взаимодействия двух и более объектов. Интерфейс может быть между пользователем и программой, между программами, а также между программой и аппаратным обеспечением.

2) <u>К средствам программирования</u> относятся множество языков программирования, средства для автоматизации процесса создания программ, компиляторы и интерпретаторы.

Языки и системы программирования являются по своему назначению инструментами для создания действительно полезного ПО. С их помощью создается как прикладное так и системное программное обеспечение, а также новые средства разработки.

3) Огромную долю в ПО занимают прикладные программы, которые в свою очередь делят на универсальные и специализированные. Однако это деление в какой-то степени условно.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭВМ (ПО НАЗНАЧЕНИЮ)

1. Общего назначения.
2. Проблемно-ориентированные
3. Специализированные

1. ЭВМ общего назначения. Предназначены для решения широкого класса задач, имеют универсальную систему команд (CISC-архитектура), обрабатывают большинство типов данных, характеризуются достаточно высокой производительностью, способностью работать в мультипрограммном режиме, используются в больших вычислительных центрах коллективного пользования. К этой же категории относятся и персональные компьютеры.

Двумя основными архитектурами набора команд, используемыми компьютерной промышленностью на современном этапе развития вычислительной техники являются архитектуры CISC и RISC. Основоположником CISC-архитектуры можно считать компанию IBM с ее базовой архитектурой IBM/360, ядро которой используется с 1964 года и дошло до наших дней, например, в таких современных мейнфреймах, как IBM ES/9000.Лидером в разработке микропроцессоров с полным набором команд (CISC – Complete Instruction Set Computer) считается компания Intel со своей серией x86 и Pentium. Эта архитектура является практическим стандартом для рынка микрокомпьютеров. Для CISC-процессоров характерно: сравнительно небольшое число регистров общего назначения; большое количество машинных команд, некоторые из которых нагружены семантически аналогично операторам высокоуровневых языков программирования и выполняются за много тактов; большое количество методов адресации; большое количество форматов команд различной разрядности; преобладание двухадресного формата команд; наличие команд обработки типа регистр-память. Источник::
http://www.erudition.ru/referat/printref/id.35668_1.html

2. Проблемно-ориентированные ЭВМ – микропроцессорные устройства (микроконтроллеры), предназначенные для встраивания в качестве элемента управления в различные системы (системы управления технологическими процессами, бортовые системы управления и т.п.).

Если тактовая частота процессоров, используемых в универсальных ЭВМ, в основном, составляет **1,0 − 4ГГц,** то частота современных микроконтроллеров, например, ATtiny2313/V фирмы Atmel, составляет всего **20 МГц** (быстродействие – 20 млн операций в секунду).
Микроконтроллеры, как правило имеют RISC-архитектуру (характеризуется урезанной системой команд, в частности, отсутствием операций с плавающей точкой). Система команд упрощается с целью увеличения быстродействия.
Среди других особенностей RISC-архитектур следует отметить наличие достаточно большого регистрового файла (в типовых RISC-процессорах реализуются 32 или большее число регистров по сравнению с 8 – 16 регистрами в CISC-архитектурах), что позволяет большему объему данных храниться в регистрах на процессорном кристалле большее время и упрощает работу компилятора по распределению регистров под переменные.
Разрядность РОН, регистров АЛУ и портов ввода-вывода невелика (как правило, 8-разрядные). Микроконтроллеры имеют встроенные таймеры, могут иметь встроенные цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи.
Быстродействия этих контроллеров достаточно, чтобы осуществлять управление тем или иным объектом в режиме реального времени.

3. Специализированные ЭВМ.

Применяются для супербыстрого решения задач определенного класса. Специализация применяется с целью увеличения быстродействия.
Классическая архитектура (фон-неймановская) не может дать требуемого быстродействия.
Используются специализированные архитектуры ЭВМ: матричные архитектуры, систолические процессоры, ассоциативные процессоры, нейронные сети (изучаются в отдельном курсе).