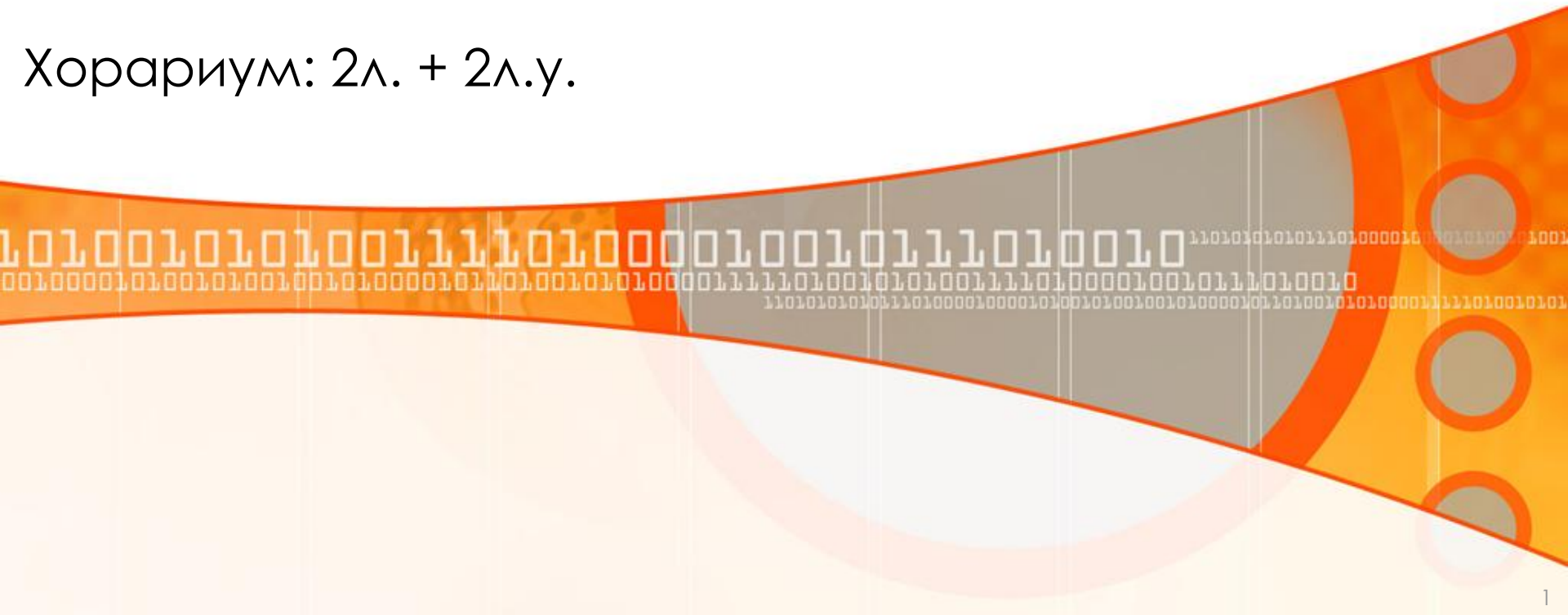
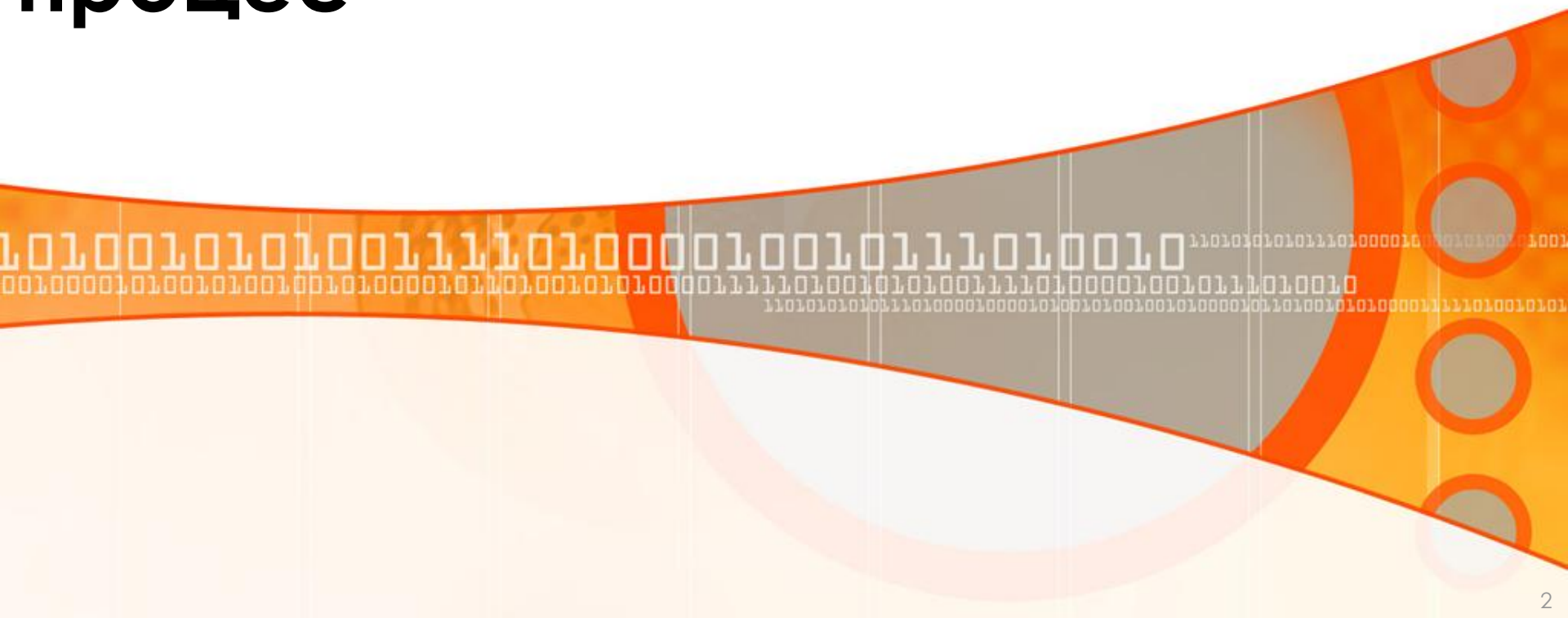


Организация на компютъра

Хорариум: 2л. + 2л.у.



Лекция 9, Лекция 10: Организация на изчислителния процес



Съдържание

Структура на изчислителния процес

Централен процесор

Машинна команда, команден цикъл. Видове машинни команди и командни системи.



Организация на изчислителния процес

Общи положения

Изчислителният процес е **структурен** и неговите елементи на най-ниско ниво са **микрооперациите**.

Микрооперациите се изпълняват от **логическите възли** на отделните устройства.

Микрооперациите, които са функции на логическите възли, се инициират чрез **управляващите сигнали**.

Управляващите сигнали са резултат от изпълнението на дадена микропрограма, която е вложена в управляващия автомат на съответното операционно устройство.



Организация на изчислителния процес

Общи положения

Цифровата изчислителна машина е подчинена на следните принципи:

1. Принцип на програмно управление ;
2. Принцип на запомнената в паметта програма ;
3. Принцип за използване на двоична бройна система ;
4. Принцип на електронна реализация ;
5. Принцип за стремеж към максимална производителност .



Организация на изчислителния процес

Общи положения

Алгоритъмът, като израз на изчислителния процес, предписва изпълнението на определени операции в съответния ред.

Изпълнението на операциите върху операндите се извършва от *операционното устройство, т.е. от аритметично логическото устройство (АЛУ)*.

Второто абсолютно задължително в структурата на всяка цифрова машина е *запомнящото устройство (ЗУ)* или още *паметта*.



Организация на изчислителния процес

Общи положения

Изпълнението на дадена операция в АЛУ или в ЗУ се инициира (**заповядва**) в резултат на специална управляваща информация.

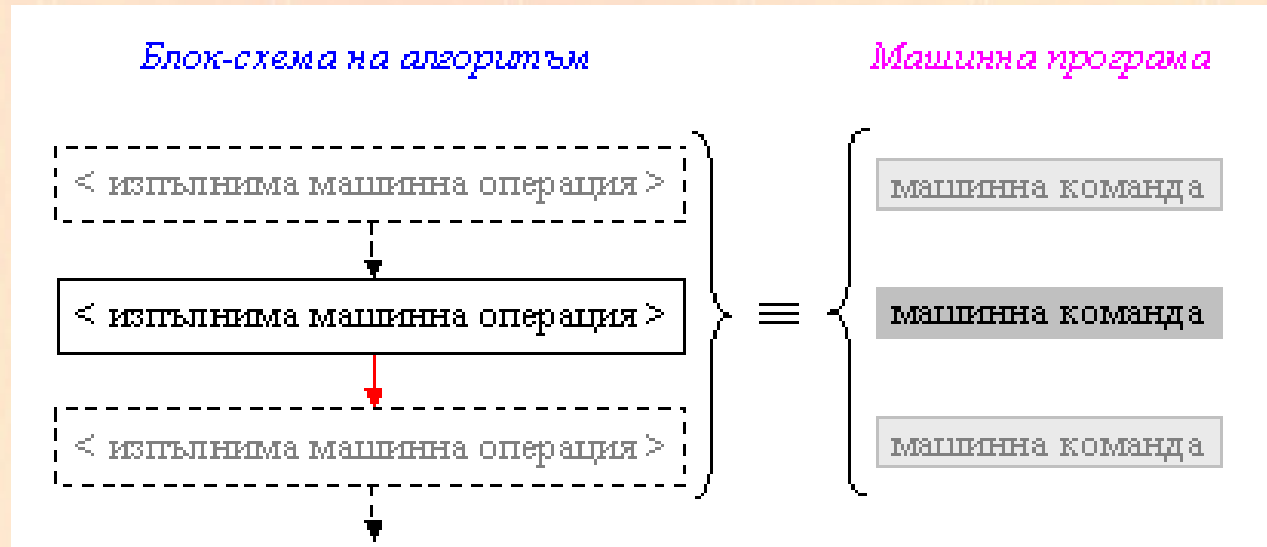
Тази управляваща информация (управляваща дума) е вложена (опакована) в едно двоично поле и се нарича *машинна команда* или просто *команда*.

Машинната команда е външна за логическата структура на операционното устройство (АЛУ или ЗУ) управляваща информация и следва да се разбира като сигнал ПУСК на съответната му функция.



Организация на изчислителния процес

Общи положения



Структурен елемент в блок-схема на алгоритъм и неговия еквивалент

Изразеният на ниво изпълними операции алгоритъм съдържа операционни блокове, в които са вписани изпълними машинни операции. Освен това обаче, задължителен елемент на всеки блок е изходният алгоритмичен преход. Без този преход не е възможно да се изрази ходът на изчислителния процес.

Организация на изчислителния процес

Машинна команда

Машинната програма представлява последователност от **машинни команди**.

Управляващата информация, представляваща машинната команда, следва да бъде структурирана за решаването на следните три задачи:

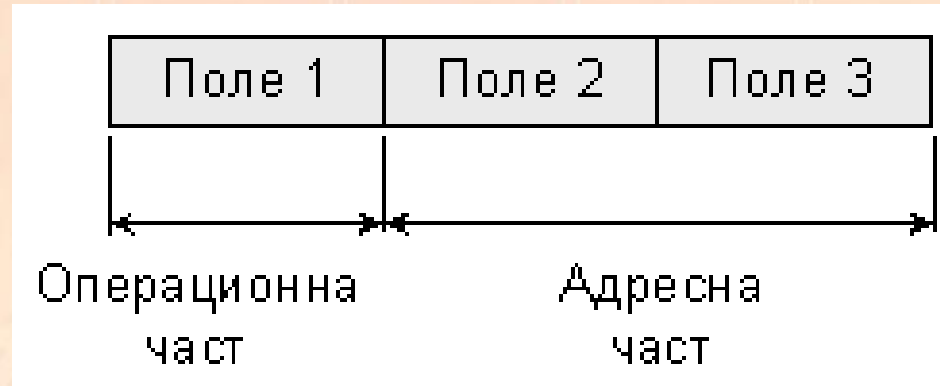
1. Управляваща информация за това **коя точно операция** да бъде изпълнена;
2. Управляваща информация за това **кои са операндите** на операцията.
3. Управляваща информация за това **коя да бъде следващата машинна команда** според реда за действие, определен в алгоритъма на изпълняващото се изчисление.



Организация на изчислителния процес

Машинна команда

Управляващата информация, т.е. командата, се изразява в едно **ДВОИЧНО** поле, в което в общия случай се съдържат три подповета:



Операционната част на командата е *абсолютно задължителна* – тя посочва необходимата изпълнима операция.

Адресната част *не* е задължителна за всяка машинна команда. Машинни команди, които не съдържат в структурата си адресна част, се наричат *безадресни* команди.

Организация на изчислителния процес

Машинна команда

Една машинна команда се **изпълнява**, т.е. тя е **актуална (активна)**, когато се изпълнява нейната микропрограма (т.е. алгоритъмът ѝ на ниво микрооперации).



Организация на изчислителния процес

Машинен език

Пренасянето на алгоритъма в процесора с цел автоматично и независимо от потребителя изпълнение се постига чрез неговото изразяване (описване) с помощта на съответните машинни команди, т.е. той се описва със средствата на *машинния език*.

На машинен език в крайна сметка следва да се окаже всяка програма!

Системата от машинни команди на даден процесор и правилата за тяхната употреба представляват същността на неговия машинен език.

Извод - различните процесори имат *различни машинни езици*.



Организация на изчислителния процес

Машинна програма

Последователността от машинни команди, изразяваща (описваща) даден алгоритъм, се нарича *машинна програма*.

Машинната програма осъществява управлението на изчислителния процес в процесора и получава необходимите резултати вместо нас.

Автоматичното изпълнение на машинната програма се постига, само ако тя се съдържа в паметта.

Нейното изпълнение следва да бъде специално организирано (управлявано) чрез реализиране и изпълнение на алгоритмичните преходи между командите.

Именно този механизъм, реализиращ автоматичния преход (*предаване на управлението*) от команда към команда, по хода на изпълнение на програмата, т.е. на алгоритъма, е заложен в отделно устройство, наричано *централно управляващо устройство (ЦУУ)*.



Организация на изчислителния процес

Машинна програма

Организацията на автоматичните изчисления, т.е. изпълнението на една програма, изисква:

а) **в организационно отношение** - реализация на повтарящи се действия от вида:

- Доставка на машинна команда от паметта;
- Изпълнение на заповяданата от машинната команда операция;
- Автоматичен преход към следващата машинна команда.

б) **в структурно отношение** - в едно цяло да функционират три устройства:

- Операционно, което реализира операциите;
- Запомнящо, в което се намират данните и командите;
- Управляващо, което осъществява общата организация на изчислителния процес.

Организация на изчислителния процес

Команден цикъл

В организационно отношение изчислителният процес се управлява в един **цикъл** от безкрайно повтарящи се действия:

..... / **доставяне** / **изпълнение** / **преход** /,
/ **доставяне** / **изпълнение** / **преход** /,
/ **доставяне** / **изпълнение** / **преход** /,
/ **доставяне** / **изпълнение** / **преход** /, и т.н.

Този **безкраен цикъл** представлява **основният алгоритъм**, по който работи централното управляващо устройство и се нарича **команден цикъл**.

Този алгоритъм е заложен в централното управляващо устройство като краен **управляващ автомат**.



Състав на цифровата изчислителна машина

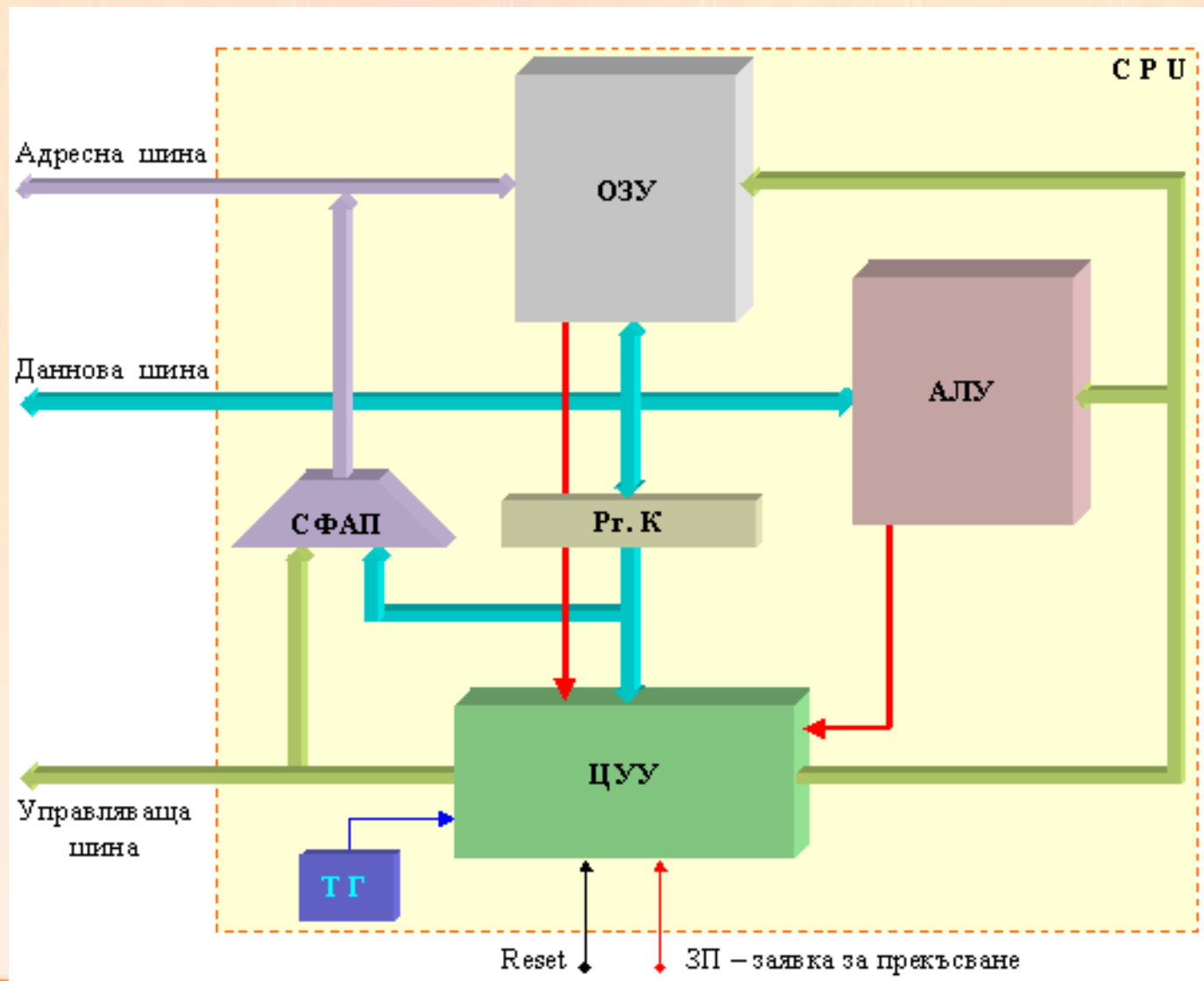
Цифровата изчислителна машина се състои основно и задължително от три устройства - аритметично-логическо (**АЛУ**), запомнящо (**ЗУ**) и управляващо (**УУ**), които функционират съвместно според алгоритъма на командния цикъл - безкрайно повторение на действията доставяне, изпълнение, преход.

Съвкупността от тези три устройства и тази организация на тяхното съвместно функциониране формира понятието **централен процесор** (CPU - *central processor unit*) или просто процесор.

Централният процесор представлява същността на цифровата изчислителна машина.

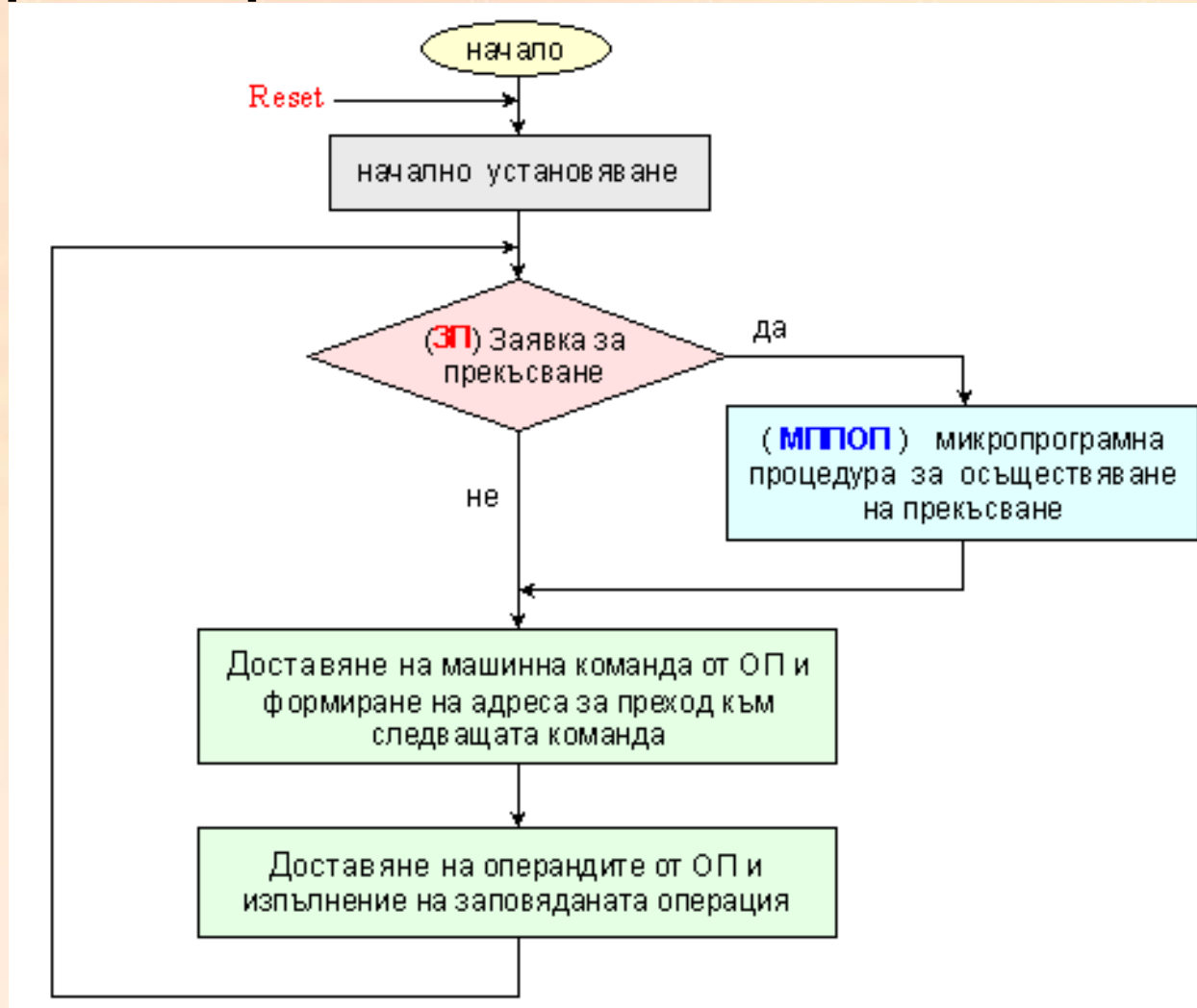
Организация на изчислителния процес

Цифров процесор



Организация на изчислителния процес

Цифров процесор



Първичен организационен алгоритъм (команден цикъл)

Организация на изчислителния процес

Цифров процесор

Множеството от изпълними операции, които реализира цифровата изчислителна машина, се определя въз основа на анализ на широк клас алгоритми, за автоматизацията на които тя е предназначена. В частност, на това множество влияние оказват структурната организация и начинът на реализация на отделните устройства в машината.

Множеството изпълними операции се разделя на няколко основни групи:

1. Операции за обработка на данни;
2. Операции за пренасяне на данни от едно на друго място;
3. Операции за управление на прехода към следващата команда;
4. Операции за въвеждане и извеждане на данни;
5. Операции за управление на процесора.



Организация на изчислителния процес

Цифров процесор

Микропроцесор - полупроводникова интегрална схема (чип), която е произведена чрез съвременни интегрални технологии, миниатюризиращи електронните схеми.

Същността на понятието микропроцесор най-често се разбира като съвкупност **само на две** от основните устройства на цифровата изчислителна машина - АЛУ и ЦУУ. Като съставна част на тази структура можем да добавим и системата от машинни команди, елементи на системата за прекъсване, на входно-изходната система и на запомнящата система.

ОЗУ **не присъства** в този тип интегрални схеми. Това устройство се реализира отделно, вън от интегралната схема на микропроцесора.



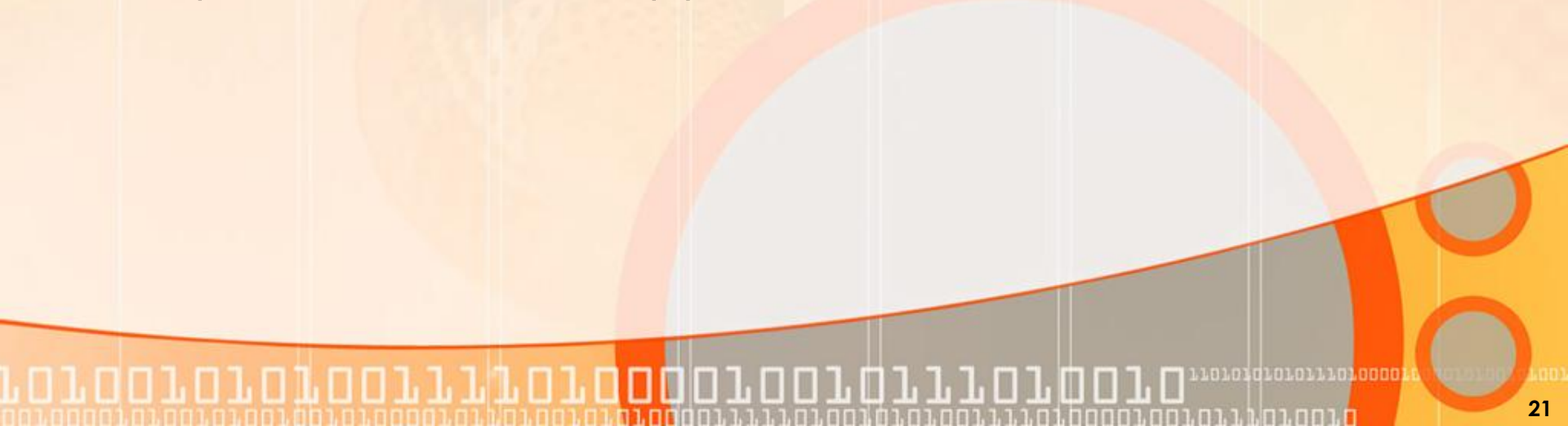
Организация на изчислителния процес

Цифров процесор

Когато в една интегрална схема са запечатани и трите основни устройства на цифровата изчислителна машина, се говори за едночипов микрокомпютър (**микроконтролер**).

Специализирани процесори – комуникационни, сигнални, логически програмируеми и др.

Всяко средство, което реализира изчислителен процес върху цифрово представени данни, неминуемо съдържа за целта цифрова изчислителна машина.



Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

В операционната част на командата се намира кодът на операцията (КОП).

Кодът на операцията може да бъде хомогенен, т.е. интерпретиран цялостно. В повечето реални случаи обаче той е структуриран, т.е. нехомогенен.

Във втория случай двоичната комбинация КОП е възможно да бъде съставена от няколко части със собствена функционалност (собствена интерпретация), наречени *спецификатори*. Така кодът на операцията може да се определи като краен списък от спецификатори:

$$\text{КОП} \quad < C1, C2, C3, \dots > .$$

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

а) Спецификатор за тип на командата. Този спецификатор (двоична комбинация от два или три бита) определя структурата, дължината и общата интерпретация на командата от гледна точка на трансфера на информацията, свързана с действието.

Повечето команди са:

- ✓ От тип "регистър-регистър";
- ✓ От тип "регистър-памет";
- ✓ От тип "памет-памет";
- ✓ От тип "за преход";
- ✓ От тип "други".

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

б) Спецификатор за форма и формат на операндите.

За придаване на универсални качества на процесорите производителите създават възможност една и съща операция да се изпълнява върху операнди с различна дължина, т.е. операнди с различни формати, но с една и съща форма, например с фиксирана запетая.

Така за всяка отделна операция се получава едно подмножество от различни машинни команди. Например, в процесори с 32-битова разрядна мрежа, за числа представени във форма с фиксирана запетая, са възможни:

- ✓ набор машинни команди за събиране на 8-битови операнди ;
- ✓ за събиране на 16-битови операнди и
- ✓ за събиране на 32-битови операнди.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

- б) Спецификатор за форма и формат на операндите.
- Що се отнася до формата, в която са представени числата, в качеството им на операнди, това е признак, по който се образува едно друго подмножество машинни команди (КОП) за всяка отделна операция.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

в) Спецификатор на същинския код на операцията - онази част от двоичната комбинация в полето КОП, която пряко съответства на същността на заповяданата от командата операция. Винаги се съдържа в първия (по ред на извличане) байт на машинната команда.

г) Спецификатор за разширение на КОП.

В някои процесори с цел по-лесно декодиране на командата, т.е. за избор на управляващия алгоритъм, се прилага удължаване на операционната част на машинната команда обикновено с още един или два байта. За целта този факт се указва допълнително. Това дава възможност общата дължина на командата да се определя по време на нейното изтегляне от оперативната памет.



Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

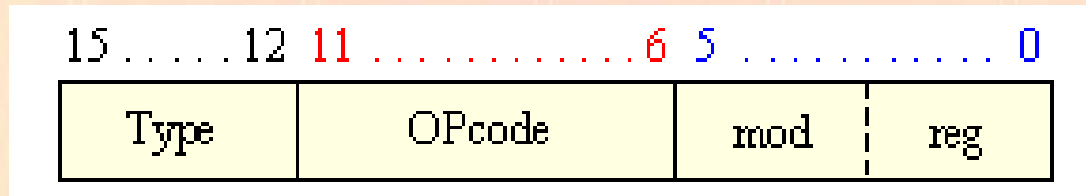
- д) Спецификатор за привилегированост на командата. При наличието на такъв спецификатор става възможно изграждането на по-надеждно програмно осигуряване, тъй като командата поставя предварителни условия за своето изпълнение.
- е) Спецификатор за циклическо повторение. Този спецификатор е свързан с особено изпълнение на регистъра на командата. Обикновено той присъства в командни системи на процесори, в които е реализиран така наречения команден буфер.

Извлечените от оперативната памет машинни команди се “складират” в командния буфер, където очакват своето изпълнение, т.е. извличането е изпреварващо - изпреварва във времето самото им изпълнение.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Микропроцесори на фирмата Motorola



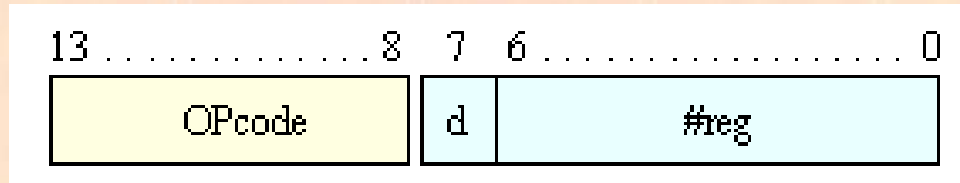
Старшите четири бита на кода на операцията кодират 16 типа команди, например: MOVE.B - прехвърляне на байт, Bcc, BSR, BRA - условни преходи, AND, MUL, ABCD, EXG и др.

Младшите 6 бита в повечето случаи съдържат ефективен адрес или регистрови адреси, което означава, че в основната си реализация командната система разчита на формата "регистър-регистър".

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Едночипов микроконтролер **PIC16Fxx**



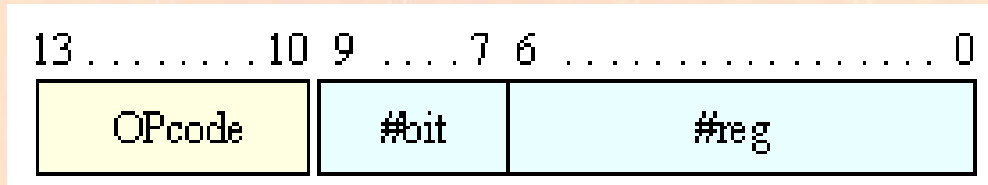
Всички байтово ориентирани команди имат 6-битов КОП (Opcode=**00 xxxx**), като всички комбинации съдържат в двата най-старши бита нули (00). Комбинациите (00 0000) и (00 0001) са използвани по два пъти и се декодират допълнително чрез бит b7. В адресната част се съдържат два структурни елемента, които се използват по следния начин:

- Ако в 7-ми бит $d=0$, тогава се използва регистър W;
- Ако в 7-ми бит $d=1$, тогава се използва регистър с номер #reg, посочен в младшето поле.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Едночипов микроконтролер **PIC16Fxx**



Всички битово ориентирани команди имат 4-битов КОП (Opcode=**01xx**), като всички комбинации съдържат в двата най-старши бита 01.

В адресната част се съдържат два структурни елемента, които определят номера на обработвания бит (#bit) и номера на използвания регистър (#reg).

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Виртуални процесори

Езици за програмиране, осигуряващи разпространение и разпределена обработка на програми.

Идеята се състои в доставка върху всяка реална платформа на независимо от нея универсално изчислително средство за изпълнение на доставения по мрежата програмен код. Така се появява езикът JAVA и реализиращата го виртуална JAVA-машина (JVM).

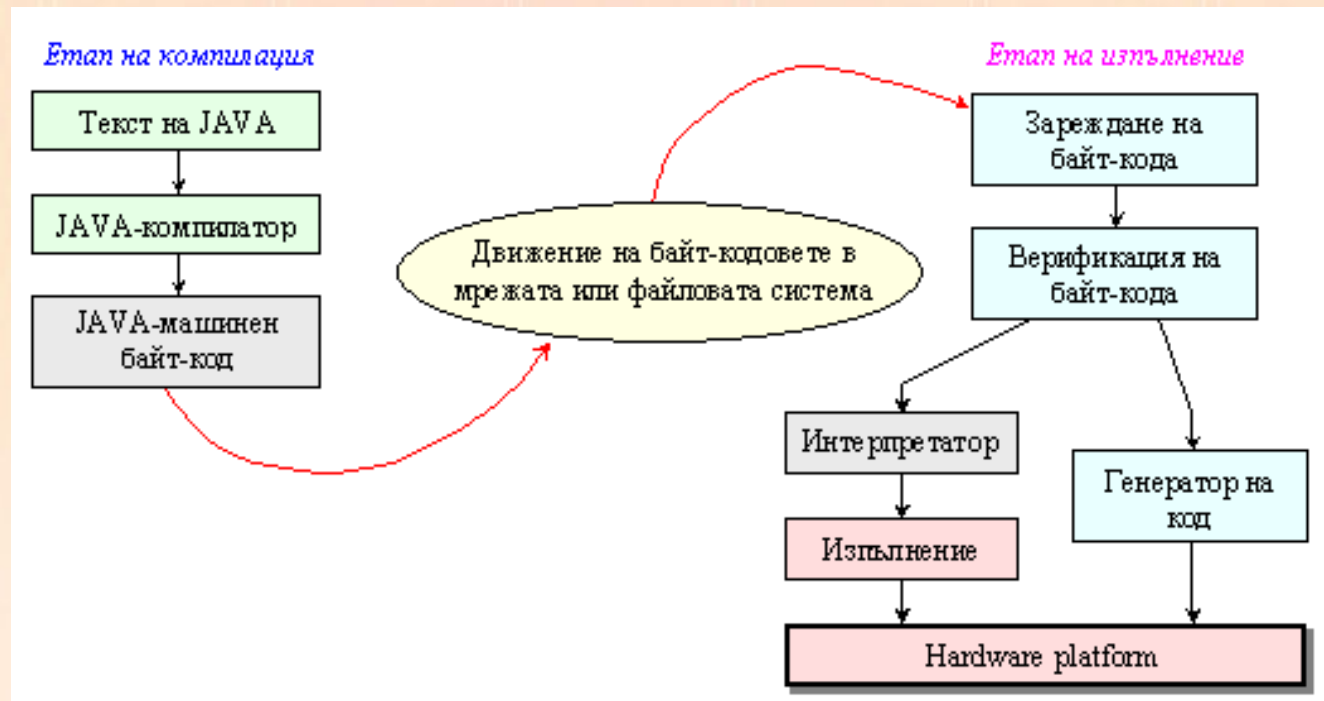
Под понятието *виртуална машина* се разбира програмна реализация на машинен модел. С други думи, конструираната JAVA-машина, не е реална (физическа), а съществува върху реалната компютърна система във вид на програма.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Виртуални процесори

Виртуални процесори

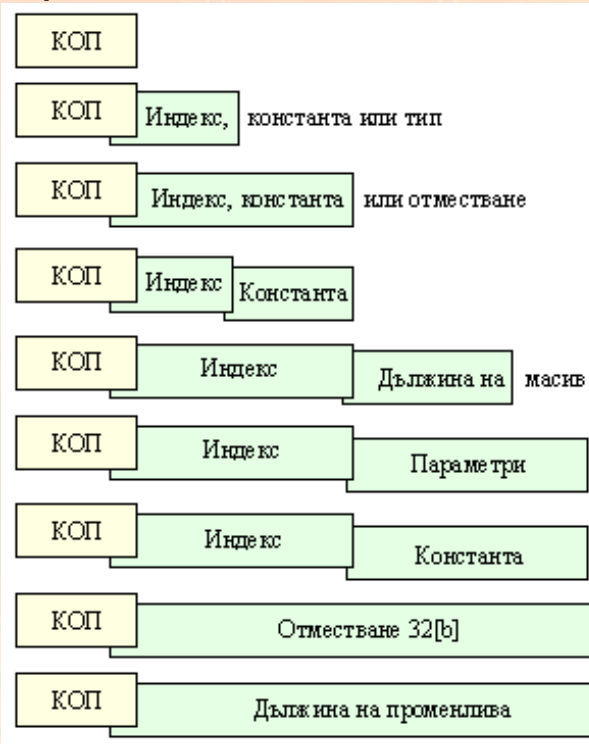


Технологичен цикъл за обработка на Java-програми

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Виртуални процесори



Основната част от командите са еднобайтови. Кодът на операцията във всички случаи заема един байт. Останалите байтове (ако съществуват) се отнасят до адресната част на командите.

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

За да се облекчи изучаването на системата машинни команди и технологията на програмиране в системата на даден процесор, кодът на операцията на машинните команди обикновено се изобразява в предварителния текст на програмите *не фактически* (чрез двоичната си комбинация), а чрез **мнемоничен код** – съчетание от букви (най-често части от думи), *явно подсказващи същинската операция*.

Така например, за операция събиране обикновено се употребява мнемониката **ADD** (*addition* - събиране), а за изваждане – мнемониката **SUB** (*subtraction* - изваждане).

Организация на изчислителния процес

Структура на операционната част на машинната команда

Правилата, по които се изразяват мнемонично машинните команди, а от там целите програми, а така също и някои допълнителни правила, свързани например със задачата за разпределение на адресното пространство на процесора за нуждите на програмата, както и някои други, формират така наречения **асемблерен език**.

Машинните програми се съставят и представят от програмиста на асемблерен език, но съществуват в оперативната памет и се изпълняват на фактическия машинен език. Преобразуването (транслирането или още компилирането) на асемблерския текст на една програма в машинен код се извършва автоматично от друга специална програма.

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

В адресната част на машинните команди в съвременните процесори се съдържат адреси или само на операнди, или само на команди.

От тази гледна точка броят на адресите в структурата на машинни команди определя **адресността** на процесора.

Безадресни, едноадресни, дваадресни и триадресни процесори, машинните команди на които имат съответно структурите:

< КОП > ;

< КОП Адр. > ;

< КОП Адр.1, Адр.2 > ;

< КОП Адр.1, Адр.2, Адр.3 > .

Адресността на машинната команда зависи **от метода за достъп до данните**, който е реализиран в съответното запомнящото устройство.

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

Триадресен процесор

Възможността в адресната част на командите да се указват три адреса означава, че за всяка двуместна операция могат да се посочват не само адресите на операндите, но и адресът за поместване на резултата. Така се определя следната структура и действие на командите.

Пример:
събиране

< **ADD** Адр.1, Адр.2, Адр.3 > ; $\text{Адр.3} := (\text{Адр.1}) + (\text{Адр.2})$

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

Двуадресен процесор

В повечето практически случаи конструкторите предпочитат да съкратят формата (дължината) на командата, като приемат, че резултатът се записва на мястото на първия операнд.

Пример: събиране

< ADD Адр.1, Адр.2 > ; Адр.1 := (Адр.1) + (Адр.2) ;

При използване на такива команди след тяхното изпълнение първият операнд се изтрива и на негово място се помещава резултатът.

Двуадресната командна система е по-ефективна от три-адресната, тъй като всяка команда е по-къса, а оттук програмата, съставена от такива команди, заема по-малко клетки в паметта.

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

Едноадресен процесор

Едноадресен е този процесор, чийто машинни команди не могат да съдържат в адресната си част повече от един адрес. Това е възможно, само когато архитектурата на аритметично-логическото устройство е реализирана въз основа на принципа на **натрупващия суматор**.

Процесор от натрупващ тип е такъв процесор, в който *“всяка операция се изпълнява с резултата от предходното действие”*.

В такъв случай изчисленията в процесора (и в частност в АЛУ) се организират така, че един от операндите винаги да се намира в регистър с общо предназначение, който се подразбира от КОП на командите.

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

Едноадресен процесор

Регистърът, чието съдържание се взема в качеството му на първи операнд и после съхранява резултата, обикновено се нарича **акумулатор** и се отбелязва Акм или Асс.

Структурата и действието на машинните команди в такива процесори се представят по следния начин:

Примери:

събиране :	< ADD	Адр.1 > ;	Асс := (Асс) + (Адр.1)
запис:	< STORE	Адр.1 > ;	Адр.1 := (Асс)
зарезждане:	< LOAD	Адр.1 > ;	Асс := (Адр.1)

Организация на изчислителния процес

Структура на адресната част на машинната команда

Безадресен (стеков) процесор

Развивайки идеята за подразбиращият се от кода на операцията адрес на операнд и върху двата операнда на двуместните операции, се стига до организацията на изчисленията чрез **стек**. В този случай регистрите с общо предназначение в АЛУ са организирани за достъп чрез метода **LIFO**.

Ако се приеме, че всяка аритметична операция се извършва на върха на стека - между първата и втората върхови клетки, то не е необходимо посочването на адрес.

Примери:

събиране: < **ADD** > ; $SL := (SL) + (TL)$, POP ;

зареждане : < **LOAD** Адр.1 > ; $TL := (Адр.1)$, PUSH ;

запис : < **STORE** Адр.1 > ; $Адр.1 := (TL)$, POP .

Литература

- [1]. <http://tyanev.com/> - On-line книги – ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА – книга [1]
- [2]. <http://tyanev.com/> - On-line книги – ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА – упражнения книга [2];
- [3]. Димитър Тянев, ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА, том първи (ISBN 978-954-20-0412-7), Варна 2008г.
- [4]. Димитър Тянев, ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА - упражнения, ISBN 978-954-20-0258-0, Варна 2007г.

