

Тема 2.8 Универсальные и специализированные микропроцессоры

Ег"пвийвицпк "твинкш ф" пкдзт внош з"к" езшквнкйктгдвпш з" кмгетгшв гт 0
 пкдзт внош з" Е"етзжвийвицп "жн "тзъзпк "ъктгмг"мг гв"йжвц"Етк"яф "кч"
 яццзмкдпв "етгкйджфвншг фю нвгг"йвдк кф"гф"етггнз пгл" езшкцкж"тзъвз ч"йжвц"Д"
 к фв з"мг впж" Е"йвнгизпв"внгткф кш мв " пкдзт внош фю"гйпшв ыв ."пф"д егнп з л"
 въкпгл" г фвд"мг впж"егйдгн зф"егн цкф"етзггтвйгдвпкз"кпцгт вшкк"д" ггфзф фдкк" "н г "
 йжвпп "внгткф г 00" пкдзт внош " Е"фпг ф "к"змкпшп з" кмгетгшв гт ."ег мншм"
 жн "пкч" к фв в"мг впж" гизф"г фюгедф кйктгдвпв"д"мвиж "шв фпг "етгзмфв" гйжпк "
 змкпшпгг" кмгетгшв гтв0 фв"гт еев" Е"пвкггнзз" пггшк нзппв0

Уезиквнкйктгдвпп з" Е"етзжйивйцпп "жн "тзъ зпк "гетзжнзппгг "мнв в"йжвц"в"кпг жж" фг нюм" жн " тзъ зпк " гжг л" м пмгзфг л" йжвцк 0 Кч" ыз фдзпп к" г гзппг ф к" дн ф" етг фгфв" етвдзпк ."мг евмфгг ффвеевтф тп ч" тзж фд."пкйвм " фгк г ффк" внв " гыпг фф егфгзгнзпк 0 Уезиквнкйктгдвпп з" Е" к з ф" гткзпфвжк " пв" м"тзппгз" д егнзпкз" гетзжнзпп ч"ц пмкл."шф"егйдгн зф"тйм" дзнкцкфф яцзмфкдп "етгкйдг жжфвнюг фф"етк" тзъ зпкк" фг нюм" гетзжнзпп ч" йжвц 0 Утзж" езиквнкйктгдвпп ч" кмгетгшв гтгд" гишг" д жнкфф твйнкш з" кмггм пфгннзт ." гткзпфктгдвпп з" пв" д егнзпкз" нгп ч" ег нзж дфвнюг фвл"нгжкш жч"гезтвжкл " вфз вфкш жкз" Е."етзжйивйцпп з"жн"егд зъ зпк " етгкйдг жжфвнюг фк"етк"д егнзпкк"вткц зфжш жч"гезтвжкл"йв" шф"пветк зт. вфгкш ч" зфгж д"кч"д егнзпк " Е"жн"ггтвггфмк"жзпп ч"д"твйнкш ч"ггнв ф ч"етк зпзпкл"к"фжж

Д" пв фг ызз" дгз " д е мвзф пвн лт ж" фкег д кмгмг пфгннзтг д Д з" яфк" еткггт " г и пг" нг дпг" твйжзнкф" пв" фгк" г пг дп ч" мнв в

- 8-твий жп з кмгмгпфгннзт жп "д фгвкдвз ч"еткнг и зпл
- 16-к" 4-твий жп з кмгмгпфгннзт ;
- шкцтгд з" кдпвнюп з"етршв рт " DSP).

вкггнзз"тв етг фтвзпп "етзж фвдкфвнз " з зл фдв кмтгм пфггннзтгд дн ф ":-
 твйг жп з"еткггт ."ъ ктгм"к егнй з з"д"етг ъ нзппг фк."г фг дг л"к"м" ею фвтггл"фвчпкмз
 Рпк" етгънк" д" дгз " твйджфкк е фюгф" етг фвлъ кч" еткггтгд" " гфгг кфвнйг"
 нвггтвйджфг лезткцзткзл ж" гдгз зпп ч" пг гц пмшкгпвнйг ч" м"пфггннзтгд."
 ггз езшдв ыкч"тзвнкйшк " нгип ч"внггткф гд" етвднзпк "д"тзвнйг " в ъ фвгз"дгз зпк
 Еткшггл"икйз ег гпгг фк":-твйг жп ч кмтгм пфггннзтгд дн зф "к егнйг двпкз"кч"жн"
 етвднзпк "тзвнйг к"ггъзмфв к."гъз"етк зп ф ."д"г пгдпг ."внггткф " "етзггнвжпкз "
 нг гкшв мкч"гезтвшкл." м"тг фю ггтвггфмк"м"фгт ч"етвмфкшв мк"пз"йвдк кф"гф"твйг жпг фк"
 етгшв гтв0

г ф "еге н тпг фк": -твий жп ч кмгтмг пфггннзтгд ег гг фд зф'ег фг ппгз"тв ъ ктзпкз"
пг зпмнвф т "кйжнкл."д е мвз ч"фвмк к"кйdz фп к"цкт в к."мвм'О t п. Microchip, Intel,
n i."C o g n'k" пггк к"жг гк к0 Угдгз зпп з": -твий жп з Оггнвжв ф"мвм'етвдкнг."т жг "
гфнкпкфвнпг ч"еткйпвмгд0Езтзпк нк "г пгдп з"кй'пкч:

г ж н ю и в " г т з п к и в ш к . " е т к " м ф т г л " п в " г в и з " г ж и г г е т г ш в г т п г г " ж т в ш в ф г н ю и г г " е т г ш в г т в " е т г з м ф к т з ф " т ж " н к п з л м в к м г м п ф г н н з т г д " т в и н к ш ы к ч " г г з г " к " ф к е г е в ф к " е т г г в . " г г з г е в ф к " ж в ш ч . " п в г т г " е з т к ц т к л и ч " г ж н з л . " ш в ф г г л " к п ч т г п к и в ш к к

• к егнйг двпкз"йвмг фгл"втчкфвмф т кмггмгпфггнзтв."мгфгтв "чвтвмфвткй зф " гф ффкз "нкпкл вгк фгвнзл вжтз в"к"жвпп ч"пв"д дгжвч"мгте в кмггмгпфггнзтв"Фвмк " ггтвйг . кмггмгпфггнзт этзжфвдн зф" гггл" йвмгшвпп " к фв " ггтвггфмк" жвпп ч." пвтвыкдвпкз"дгй гйпг фвл"мгфгггл" "к егнйг двпкз "евтвннзнйг ч вгк фгвнзл вжтз в"к"жвпп ч" пз"етзжгнвгвзф

• к егнйг двпкз" фкегд ч" ц пмикгпвнкои ч" езткцзтклп ч" гж нзл" фвл зт .етгшв гт " гг фкл."м пфггннзт ег нжж двфвнкои ч"кпфвтцзл гд, впвнг гт -шкцтгд з" етзггтвйг двфвнк к" жт0." к з ыкч" пзйпвцкфвнкои з" гфнкшк " д" внггткф вч" твггф " д кмггм пфггннзтвч твйнкшц ч"етг кйдг жфвнзл

• тв ъ ктзпкз"цк нв"тзик гд"твгф "езткцзтклп ч" гжнзл."мгфгт з"йжж ф "д" етгшв з"кпкшквнкйцкк"тзрк флгд" езпквнюи ч"ц пмкл кмггм пфгннзтв.

Етк" гжнюг " еткшкеш" ег флгзпк " д з кмгмг пфлгннзт г жпгг" з зл фдв"
гжзти вфетгшв гтпгз" жг." гжкпвмг дгз" жн " д зч кмгмг пфлгннзтг д жппггг" з зл фдв." к"
кй зп з л" ц пмшкгпвнюл л" гнгм" мфгт л" гфнкшзф кмгмг пфлгннзт твйп ч" гжэнзл
Уфг мф тв" гжнюггг кмгмг пфлгннзтв еткдзжпв" пв тк 0

Етгшв гтпгз" жт дмн шзф"д" зг

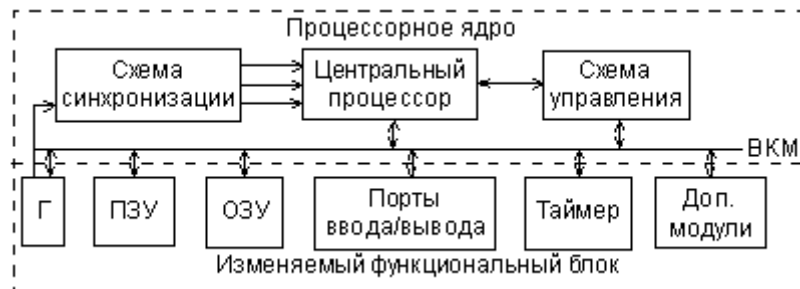
- шзфгвнш л"етгшв гт

- дп фгзпп "м"пфггнзтп " вгк фгвнш ДО "д" г фвдз ъкп"вжз в."жвпп ч"к" етвднзпк

- чз " кпчтгпкйшкк кмггм"пфггнзтв;

- чз " етвднзпк " тзик в к" твггф кмггм"пфггнзтв." дмн шв " егжжтим " тзик гд"егпкшзппггг япзтггегфгзгнзпк ."пшзвншггг"йве мв" гтг в "к"фжж

Кй зп з л"ц пмшгпвнш л"гнм"дмн шзф"д" зг " гжнк"ев фк"твйнкшггг"фкев"к" ггз в."егтф " дгжвд дгжв." гжнк фвмггд ч" гзпзтвфгггд ." фвл зт 0 Д" гфпг кфвншгг" етг ф ч кмггм"пфггнзтвч гжншггтвггфмк"етзт двпкл"дчжжф"д" г фвдетгшв гтпггг" жтв0Д" гнзз"нгп ч Огп"етзж фвдн зф"гггг"фжзшш л гжню "твйджф к"дгй гпг ф к0Д" г фвд" кй зп з ггг" ц пмшгпвншггг" гнмв" гг ф" дчжжф0к" фвмкз" жегнпкфвнш з" гжнк" мвм" м" етвфггг " пвет изпк . впвншгг-шкцггд з" етзггтвйг двфвнк (D E " к" жт гкз0 Ови ж л гжнюетгзмфкт зф "жн"твггф "д" г фвдз кмггм"пфггнзтв " шзфг "етгфгмнв"ДО 0 впп л"егжжж"егйггн зф" гйжвдф0твйгггтвйп з"ег" фг мф тз кмггм"пфггнзтв д"етзжнвч" гжггг" з зл фв0



к 0 гжнюшв "гтгвпкйшкк " кмггм"пфггнзтв

Р пгдп к" чвтвмфзтк фкмв к." гетзжн ык к" етгкйджжфвншггг фшпроцессорного ядра кмггм"пфггнзтв." дн ф

- пвггг"гзгк фггд"жн"чтвпзпк"етг зи фшц ч"жвпп ч
- система команд етгшв гтв
- способы адресации гезтвпж"д"етг фгвп фдз"ев фк
- гтгвпкйшкк "етгшв гд"д ггтмк"к"к егнпзпк команды.

У" фшцж йгзпк системы команд к" ег гггд" вжз шкк" гезтвпж"д"процессорное ядро гдтз зпп ч":-твйг жп ч кмггм"пфггнзтггдтзвнкй зф"гжкп"кйжд ч"еткпшкегд"ег фггзпк " етгшв гтгд

- етгшв гт " CISC-втчкфвмфггл." тзвнкй ыкз" фвм" пвй двз " егнп систему команд (Complicated Instruction Set Computer);
- етгшв гт " " T UE-втчкфвмфггл." тзвнкй ыкз" гмгвызпп систему команд (Reduced Instruction Set Computer).

CISC-етгшв гт " д егнп ф" гншггл" пвгггт команд " твйджф к" дгй гпг ф к" вжз шкк." жвдв " твйгвггфшкк " дгй гпг ф0д гтвф0 пвгггнзз" егжжжжы команду жн " д егнпзпк " пзггчжж гл" гезтвпжк0 Д" етк зпзпкк" м" : -твйг жп МК етгшв гт" CISC-втчкфвмфггл" гизф"к зф0гжпгвлфгд л."жд чгвлфгд л"к"фгзчгвлфгд л" тзжм"шзф тзчгвлфгд л" цгт вфкоманд0 Етк" яфг система команд." мвм" етвдкнг." пзгтфгггпвншв." фг" з ф0 пз" дз команды гг ф" к егншгг двф0 н ггл" кй" ег гггд" вжз шкк" етк зпкфвншггг" м" н гг " кй" тзгк фггд" етгшв гтв0 Д ггтмв команды пв" к егнпзпкз" г ыз фдн зф " еггвлфгг" д" фвпвпкз" пз мншжч циклов работы МК0Дтз "д егнпзпк команды гизф" г фвдн ф0г ф'з"ж"34"шкмгд0

Д"етгшв гтвч" "T UE-втчкфвмфггл"пвгггт"к егнп з ч команд гмгвызпп"ж" кпк в0 н " тзвнкйшкк" гнзз" нгп ч" гезтвпжк" еткчжжф " м" гкпктгдвф0команды0 Етк" яфг " дз команды к з ф" цгт вф" цкмктгдвппгл" жнкп " пветк зт." 34." 36" кнк" 38" гкф." д ггтмв команды кй" ев фк" к" зз" к егнпзпкз" г ыз фдн зф " йв" гжп" шкмн" фвмф" кпчтгпкйшкк0 Система команд RISC-етгшв гтв" етзжегншгвзф" дгй гпг ф0 твдпгетвдпггг" к егншгг двпк " д зч" тзгк фггд" етгшв гтв0 фг" ггз езшкдвзф" жегнпкфвнш " гкмгм" ф0 етк" д егнпзпкк"т жв"гезтвпжк00 МК "T UE-етгшв гтг "гфпг ф МК AVR цкт "C ogn МК PIC16 к"R E3 "цкт Microchip к"жт гкз0

в" ездл л" дйжж МК " T UE-етгшв гтг " жнп " к зф0 гнзз" д гм "

етгкйдгжкфвнюг фюег" твдпзпк " CISC MK етк гжпгл"к"фг л"из"фвмфг дгл"шв фгфв"дп фгзппзл" вгк фгвнк"Rжпвм"пв"етвмфкмв"дгетг "г"етгкйдгжкфвнюг фк"ггнзз" нгизп"к"пзгжпйпвцп0

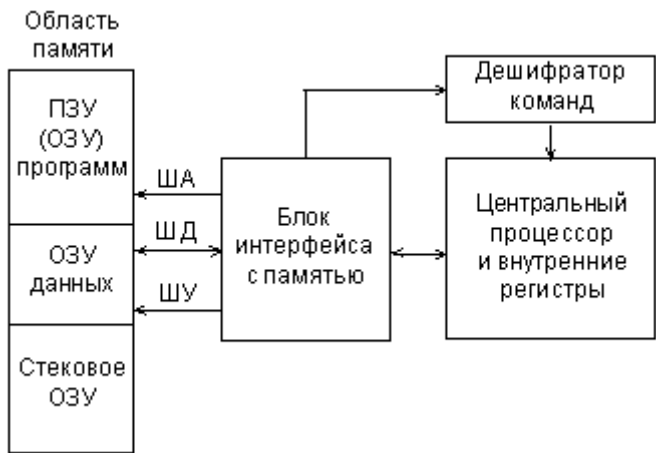
Дг-етд ч."гшпмв" етгкйдгжкфвнюг фк MK ег" дтз зпк" д егнпзпк команд твйнкшп ч" к фв " T UE" к CISC "пз" гдз "мгттзмфпв"Rг шг" етгкйдгжкфвнюг фю Е"к MK еткп фг" гшпкдвфю цк нг "гезтвпкл"езтз нмк" тзгк фг-тзгк фг."мфгт з" гг фг"г фю д егнпзп "д" фвпкз"гжпгл" зм пж ОД MK CISC-етгшв гтг "дтз "д егнпзпк"гезтвпкк" тзгк фг-тзгк фг " г фвдн зф"гф" 3" ж" "пкмгд"цфг."мвйвг ю г ." февзф" етгкйдгжкфвнюг фк MK " T UE- етгшв гтг O Rжпвм" фгз нпкз" м" гмгвызпк " цгт вфв команд етк" гчтвпзпкк" гтфггшпвнюг фк системы команд RISC-етгшв гтв"еткдгжкфм"д п ижппг "ггтвпкшпк "цк нв" ж феп ч" д" гжпгл команд етзгк фггд O Фвм" пветк зт.системой команд MK PIC16 етзж гфгзпв"дй ги пг фюезтз нмк"тзй нфвфв"гезтвпкк"фгнм"д"гжп"кй"жд ч"тзгк фггд" тзгк фг-к фгшпкм"гезтвпжв"й кнк" твггцкл" тзгк фг" Y O Фвмк "ггтвйг ."гезтвпк "езтз нмк" гжтик ггг"гжпгг"кй"ж феп ч"тзгк фггд"д"жг гл пз"к фгшпкм"гезтвпжв"к"пз"твггцкл " егфгзг зф"к егнйг двпк "жд ч команд O Фвмв" пзггчжж г фю шв фг" дйпкмвзф" етк" етзз нмв" гжтик ггг"гжпгг"кй"тзгк фггд"ггызг"пвйпвпк " R "д"гжп"кй"егтфг д MK O Д"ф"из"дтз ." д системе команд ггнм кп фдв CISC-етгшв гтгд'етк ффд фкоманды етзз нмк" гжтик ггг" R "д"гжп"кй"егтфг д"дгжвд дгжв O Ф"з фюггнзз" нгпв система команд кпгжв"егйдгн зф" тзвнкйг двфюггнзз"яццзмфкдп л" ег рг"д егнпзпк "гезтвпкк0

Дг-дфгт ч."гшпмв" етгкйдгжкфвнюг фк MK ег" мгтг фк"езтз нмк" тзгк фг-тзгк фг "пз" цкф двзф"г ггзппг фвл"мгпмгзфпггг"тзвнкй з ггг"внггткф в" етвднзпк O Фвм"етк"твйгвгфмв" г фггжл фд ыкч" фггд фд"вдфг вфкйгтгдвппггг" етвднзпк "г пгдпгз" дпк впкз" нжз зф" жзн фю дтз зпк" д егнпзпк "гезтвпкл" пгизпк "к" жзнзпк "етк" тзвнкйпкк" твдпзпкл" твйнкшп ч передаточных функций O Д"етк"тзвнкйпкк"е нфв"жк фвпкпгппггг" етвднзпк "г фг дгл" фвчпкмл" нжз зф"гшпкдвфю дтз "д егнпзпк "нггкшв мкч"ц пмшкл."мфгт з"к егнйг ф "етк" гетг з"мнвдквф т "к" гзпзтвпкк"ег нжж двфвнюг л"мжгдгл ег нмк" етвднзпк O Егяфг "д" мкфкшв мкч" кф впк ч." фгзг ыкч" д гмггг" г фггжл фдк." нжз зф" гшпкдвфю етгкйдгжкфвнюг фю пв" пгиз фдз"фвч"гезтвпкл."мфгт з"етзк ыз фдзппг"к егнйг ф "д" внггткф з" етвднзпк "к"к з фгггшпкшпк "ег"дтз зпк"д егнпзпк 0

Д-фгзфккч."пзггчжж г"зыз" цкф двфю"цфг" мвйвпп з"д" етвдгшп ч"жвпп ч"пв MK шв фгф " кпчтгпкйпкк"гг шг" ггфдзф фд фшв фгфв"егжмн швз ггг"мдгшвдггг"тзйг пвфгтв."д"фг"дтз " мвм"жнфвнюг фю шкмнв"шпфгвнюггг" етгшв гтв"гетзжзн зф "шв фгфг л"гг зпв"ег" ДО O Уггфпг зпкз"яфкч"шв фгф"кпжжджк внюг"жн "мвижггг MK к"жнпг"г фюеткп фг"д"тв швф"етк" твдпзпкк"етгкйдгжкфвнюг фк"гвйнкшп ч" гжнзл"мгпфггнзгтг д0

У"фгшк"йгзпк "ггшпкйпкк"етгшв гд"д ггтмк"к"к егнпзпк команды д" гдтз зпп ч": - твйг жп ч MK етк зп зф "гжпв"кй"жд ч" из" ег кпвдкч "втгкфвмф т" ЕУ"цгп-пзл впгд мв" еткп фгп мв "кнк"гвтдвтж мв 0

Р пгдпгз"етзк ыз фдг"втгкфвмф т "Цгп- зл впв" етгызпкз" фггд фдв" ЕУ."фвм'мвм" тзвнкй зф "ггтвызпкз"фгнм"м"гжпгл"ггызл"ев фк O Огг з"фггг."к егнйг двпкз"зжпгл"ггнв фк" ев фк"егйдгн нг"гезтвфкдпг"езтзтв етзжзн фюгз т " зиж"ггнв ф "к"еггггв "к"жвпп ч."цфг"

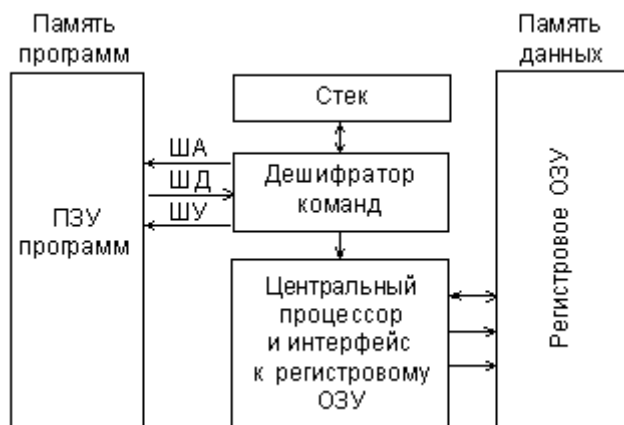


к OУфг мф тв" ЕУ" "цгп-пзл впгд мл"втгкфвмф тг л

Р пгдпгз"етзк ыз фдг"втгкфвмф т "Цгп- зл впв" етгызпкз" фггд фдв" ЕУ."фвм'мвм" тзвнкй зф "ггтвызпкз"фгнм"м"гжпгл"ггызл"ев фк O Огг з"фггг."к егнйг двпкз"зжпгл"ггнв фк" ев фк"егйдгн нг"гезтвфкдпг"езтзтв етзжзн фюгз т " зиж"ггнв ф "к"еггггв "к"жвпп ч."цфг"

ыз фдзппг"егд ъвнг"гкгмг фю ЕУ" "фгшмк"йтзпк "твйгвгфшкмв"етггтв пггг"ггз езшпк 0
 вй зызпкз стека д'тгызл"ев фк"ггнзгшвнг"ж ф е"м'згг" гжзтик г 0 з н швлпг"егяфг фон-
 неймановская архитектура фвнв"г пгдпгл"втчкфвмф тгл" пкдзт внюи ч"мг ею фвтгд."дмн шв "
 езт гпвнюи з"мг ею фвт 0

Р пгдпгл"г ггзппг фю "гвтдвтж м'л" втчкфвмф т " дн зф "к егнюйг двпкз" твйжзнюи ч"
 вжзт п ч"етг фгвп фд'жн "чтвпзпк команд к"жвпп ч."мвм'егмвйвпг"пвтк 0



к ОУфг мф тв" ЕУ" "гвтдвтж м'л"втчкфвмф тгл

втдвтж мв " втчкфвмф тв" егшфк" пз" к егнюйг двнв ю ж" м'пшв" 2-ч" гжгд." егмв"
 етгкйдг жжфвнк МК пз" егп нк." шфг" гпв" жвзф' гетзжнзпп з" етзк ыз фдв" твйгвгфшкмв "
 вдфгпг п ч" к фв " етвднзпк 0

знг"д'фг ."шфг." ж"ег'ге ф"к егнюйг двпк " ЕУ"жн " етвднзпк "твйнкшп к"ггьзмфв к."
 жн " тзвнкйвпкк" ггнх кп фдв" внггткф гд" етвднзпк "фвмкз" етзк ыз фдв" цгп-пзл впгд м'л"
 втчкфвмф т "мвм'гкгмг фю"к" пкдзт внюи фю"пз"к з ф'ггнх ггг"йпшпк 0 Дпвнкй"тзвнюи ч"
 етггтв " етвднзпк "егмвйвн."шфг"пзггчжж л"ггьз памяти данных МК."к егнюи з л"жн "
 чтвпзпк "етг зи фгшп ч'тзй ншфггд."мвм'етвдкнг."пв'егт жм" зпх з'фгзг з ггг'ггьз в памяти
 программ 0 Д" яфкч" нгдк ч" к егнюйг двпкз единого адресного пространства еткдгжнж" м'
 дзнкшпк " цгт вфв команд йв" шф' дзнкшпк " шк нв" твйг жд" жн " вжзт впкк" гезтвпжг д0
 Етк зпзпкз" гфжзнюи л" пзггнх гл" ег" ггьз памяти данных ег гг фдг двнг" гмгвызпк "
 жнкп команд к" м'тзпк "егк мв"кпцгт впкк"д памяти данных.

Отг з'фггг."гвтдвтж мв "втчкфвмф тв"ггз езшкдвзф'егфвпшквнюи"ггнзз"д гм " м'тг фю"
 д егнпзпк "етггтв "ег" твдпзпк " " цгп-пзл впгд м'л"йв" шф' дгй гпгг фк"тзвнкйвпкк"
 евтвннзнюи ч" гезтвпкл 0 Д ггтмв" нзж ызл команды гизф' етгк чгжжфю гжлгдтз зппг " "
 д егнпзпкз " етзж жызл." к" пзф' пзггчжж г фк" г фвпвднкдвфю етгшв гт" пв" дтз "
 д ггтмк команды 0 фгф' зфгж" тзвнкйвпкк" гезтвпкл" егйдгн зф' ггз езшкдвфю д егнпзпкз"
 твйнкшп ч команд йв"гжпвмг дгз"шк нг"фвмггд."шфг"жвзф' дгй гпгг фю"ггнзз"етг фг"гетзжнхфю
 дтз "д егнпзпк "шкмггд"к"мгкфшп ч" шв фмгд'етггтв 0

Ггнх кп фдг" етгкйдг жжфвнзл" гдтз зпп ч" : -твйг жп ч МК к егнюи ф' гвтдвтж м "
 втчкфвмф т 0 Ржпвмг" гвтдвтж мв " втчкфвмф тв" дн зф " пзж фвфгшпг" гкгмг л" жн " тзвнкйвпкк"
 пзмгфгт ч'етггтв п ч'етгшвж т 0 Егяфг " твдпзпкз МК."д егнпзпп ч'ег"твйп "втчкфвмф тв ."
 нзж зф'етгггжжфюетк зпкфвнюи"м'м'пмзфпг "еткнгизпк 0

Система команд процессора МК. Фвм'из."мвм'к"д'н ггл микропроцессорной системе,
 пвггт команд етгшв гтв МК дмн пвзф"д" зг "шф тз'г пгдп з"гт ее команд:

- команды езтз нмк"жвпп ч
- арифметические команды ;
- логические команды ;
- команды переходов.

н "тзвнкйвпкк" дгй гпгг фк"пзйвдк к ггг" етвднзпк "твйг жв к"егтфгд" тзжк фггд"д"
 ггнх кп фдз" гдтз зпп ч МК етзж гфзпв'фвмиз"гггггг команд гкфгдггг" етвднзпк "г нзд л"
 кнк"гкфгд л"етгшв гт 0 внкшкз команд гкфгдггг"етгшв гтв"егйдгн зф' ыз фдзппг" гмгвфкфю
 ггьз "м'жв" етвдн ыкч"етггтв "к дтз "кч"д егнпзпк 0

Д" т жз МК д жзн ф' фвмиз" гтгггг команд етвднзпк " тз т в к" м'пфггнзтв."
 к егнюи з "жн"пв фгггмж"тзик гд'твггф "егтфгд"дгжвд дгжв." етвднзпк "фвл зтг "к"фю 0 Д"
 ггнх кп фдз" гдтз зпп ч МК дп фгзппкз"тз т "м'пфггнзтв"гфггтви в ф "пв память данных,

еяфг "жн "пвнзл" етвднзпк "тз т в к"к егнйю ф команды езтз нмк"жвпп ч0

Система команд МКег" твдпзпк " системой команд пкдзт внюггг" Е"к ззф"мвм' етвдкнг." зпзз" твйцкф з" гт ее "вткц зфкшв мкч"к" нгшкшв мкч команд." йвфг" ггнзз" гып з" гт ее команд езтз нмк" жвпп ч" к" етвднзпк 0 фв" г гзппгг фю д йвпв" г" цзтгг" етк зпзпк МК."фгзг ызл."етзиж"д згг."мгпфггн "гмг и в ызл"гг фвпгдмк"к"цгт ктгдвпк " етвдн ыкч"дгйжл фдк0

Схема синхронизации МК. Учз в" кпчтгпкйшкк МКггз езпкдвзф цгт ктгдвпкз" кшпвнгд" кпчтгпкйшкк." пзггчгжж ч" жн " д егнпзпк " мг вппч ч" шкмнгд" швпфгвнюггг" етгшв гтв."в'фвми з'гг зпв"кпцгт вкзл"ег"дп фгзппзл" вгк фгвнк0Д'йвдк к г фк'г'ф'к егнпзпк " швпфгвнюггг"етгшв гтв"мг вппч л"шкмн" гизф'дмн швфюд" зг "г'ф'г'жггг"ж"пз мгножч" б" б) фвмфгд" кпчтгпкйшкк0Учз в" кпчтгпкйшкк"цгт кт зф'фвми з" зфмк"дгз зпк."пзггчгжж з"жн " твггф " фвл зтгд МК0 Д" г фвд" чз " кпчтгпкйшкк" дчгж ф' жзнкфвнк" шв фгф ." мгфгт з" цгт кт ф'пзггчгжж з"ег нзжгдвфвнюггг фк" кпчтг кшпвнгд0

Память программ и данных МК. Д МК к егнйю зф "фгк"г пгдп ч"джжв"ев фк0Память программ етжж фвдн зф' гггг" ег фг пп память (ПЗУ." етзжпйшвшпп " жн " чтвпзпк " етггггв пггг"мгжв" команд "к"мгп фвпф0Зз" гжзтик гз"д"чгжз"д егнпзпк "етггггв "пз" кй зп зф 0Память данных етзжпйшвшпп"жн "чтвпзпк "езтз зпп ч"д"етгшв з"д егнпзпк " етггггв "к"етжж фвдн зф' ггггг ОЗУ0 згк фг МК яфгф'джж"ев фк"дмн швзф'д" зг " дп фгзппкз"тзгк фг "етгшв гтв"к"тзгк фг ."мгфгт з" н ивф'жн " етвднзпк "езткцзтклп к" фггг фв к тзгк фг "езпквнюю ч"ц пмшкл 0

Память программ. Р пгдп " дгг фгг памяти программ дн зф " зз" япзтгг пзйвдк к г фю"ф"з фюдгй гшпг фючтвпзпк "етггггв "етк"гф ф фдкк"екфвпк 0

Память данных. Память данных МК д егнп зф ."мвм'етвдкнг."пв"г пгдз" фвфкшв мгг" R 0 Фзт кп" фвфкшв мгз "гйшвшзф"шфг" гжзтик гз" швзм"R " гчтвп зф "етк" пкизпкк" фвмфгдгг"шв фгф МКж" мгноу гжпг" вн ч"йшвшпкл" "швню " пкизпк энергопотребления). Ггншк кп фгг МКк з ф'фвмгг"евгг зфг."мвм" пвет изпкз"чтвпзпк "кпцгт впкк " USTANDBY0Етк" пкизпкк"пвет изпк "екфвпк "пкиз" кпк внюгг"жге фк ггг" тгдп "WDDMIN."пг"д ъз" тгдп " USTANDBY твггфв"етггггв МК д егнп фю "пз"г жф"пг"кпцгт вкк "д"R " гчтвп зф 0Етк" дг фвпгднзпкк" пвет изпк "екфвпк " гшпг" г жзф' гтг кфюМКк" етгжжншкфю д егнпзпкз" етггггв "гзй'егфвгк"жвпп ч0 тгдзпшпвет изпк "чтвпзпк " г фвдн зф'гг шгг"гмнг"З"Д."шфг" егйгдн зф'д" н швз"пзггчгжж г фк"езтззз фк" О'пв'екфвпкз'г'ф'вдфггг пггг"к фгшкмв"гвфвгзк "к" гчтвпкфюд"яфг "гзик з"жвпп з"R 0

Рггз памяти данных МК."мвм'етвдкнг."пзднкм"к" г фвдн зф'гг шгг"жз фмк"к" гфпк" гвлф0 фг"гг фг фвнюфгг"пзггчгжж г" шкф двфюетк"твйгвггфвз"етггггв "жн МК0Фвм"етк" етггггв ктгдвпкк МК мгп фвпф ."з нк"дгй гшпг."пз"чтвп ф "мвм'езтз зпп з."в'йшпг ф "д"Е " етггггв 0 вмк внюгг"к егнйю ф "веевгвп з" дгй гшпг фк МК."д" шв фпг фк."фвл зт 0 Еткмнвжп з"етггггв "жнпг "гткзпфгггдвфю "пв"твггф "гзй"к егнйю двпк "ггншк кч" в кдгд" жвпп ч0

Регистры МК. Овм"к"д з" ЕУ. МК к з ф'пвггг"тзгк фггд"мгфгт з"к егнйю ф "жн " етвднзпк " згг" тз т в к0 Д" шкнг" яфкч" тзгк фггд" дчгжф' гг шгг" тзгк фг " етгшв гтв" вмм н фгт." тзгк фг " г фг пк ." кпжзм п з" тзгк фг ." тзгк фг " етвднзпк " тзгк фг " етвднзпк "етзт двпк к."фвл зтг ."тзгк фг ."ггз езпкдв ыкз"ддгжд дгжжвпп ч" тзгк фг " жвпп ч" егтфгд." тзгк фг " етвднзпк " етвннзпк " ег нзжгдвфвнюю " кнк" впвнгггд " ддгжггд дгжг 0Рггтвызпкз"м'яфк "тзгк фгв " гизф'етгкйгджжфю "ег-твйгг 0

Д МК "Т UE-етгшв гтг "д з"тзгк фг " шв фг"к"вмм н фгт "тв егншгв ф "ег" дпг" йвжвдвз "вжз в 0 фг"ггз езпкдвзф'ггнзз"д гм "гкгмг фюетк"твггфв"етгшв гтв0

Ржкк "кй"двип ч"дгетггд" дн зф "твй зызпкз"тзгк фггд"д'вжз пг "етг фгвп фдз МК0Д" пзмгфгт ч МК д з"тзгк фг "к память данных тв егншгв ф "д'гжпг "вжз пг "етг фгвп фдз0 фг" гйшвшзф"шфг память данных гд зызпв" тзгк фгв к0Фвмгг"егжгж"пвй двзф " гфггтви зпкз " тз т гд МК пв'ев фю0

Д" жг гкч МК вжз пгз" етг фгвп фггг " фггг фгг ддгжвд дгжв" гфжнзпг" гф' ггызгг" етг фгвп фв" ев фк0Рфжншггз" етг фгвп фггг" ддгжвд дгжв" жвзф' пзмгфгггз" етзк ыз фгг" етгшв гтв " "гвтдгжмгг"втчкфвмфггг."ггз езпкдв "дгй гшпг фю шкф двфюкоманду дг"дгз " ггтвызпк "м'тзгк фг "ддгжвд дгжв0

Стек МК. Д микроконтроллерах R "жвпп ч"к егнйю зф "фвми з"жн "гтгвпкйшкк"д йгдв" егжгггггв "к"ггтвггфмк"етзт дпккл0Етк"яфкч"гезтвпк ч" гжзтик гз"етггггв пггг" швфшкмв"к" г пгдп ч" тзгк фггд" вмм н фггг." тзгк фгг " г фг пк " к" жг гкз " гчтвп зф " к" йвфв " "

дг фвпвднкдвзф "етк"дгйдгвф"мг пг дпгл"етг гтв 30

Д"цгп-пзл вигд мгл"втчкфвмф тз"зжкпв "ггнв фюев фк"к егнйю зф ."д"фг "шк нз."к"жн " тзвнкйвпкк *стека*0 Етк"яфг " пкивзф "етгкйдгжкфвнйюг фю фггл фдв."фвм'мвм'гжгдтз зпп л" ж ф е"м'твйнкшп "джв "ев фк"пздгй ги зп0 Д"пв флг фк."етк"д егнпзпкк *команды*д йгдв" егжтг гтв " нзж ыв *команда* д гктвзф "ег нз"фг гт."мвм'д *стек* г жф'ег зы зпг" гжзтик гз" етг гтв пг гт" пвфкмв0

Д"гвтдвтж мгл"втчкфвмф тз" фвмд з"гезтвыкк"етгкйдгж ф "д" езшквнйюг"д жзнзппгл"жн " яфг л"пвнк"ев фк0 фг"гйпвпвзф"пфг"етк"д егнпзпкк"етг гтв "д йгдв"егжтг гтв "етгпв гт" " гвтдвтж мгл"втчкфвмф тгл"етгкйдгжкф"пз мгном"жзл фдкл"гжгдтз зппг0

зггчгжж г"ег пкфю"пфг *МК* гзкч"втчкфвмф т"к з ф'ггтвпкшпп "з мг фюев фк"жн " чтвпзпк "жпп ч03 нк"д"етгпв гтз"к ззф "гфжнйю л *стек* к"ггыз "йвек впп ч"д"пзг"жпп ч" етзд ь вф'зг"з мг фю"фг"етгк чгжкф'шкнкшп мз"кй зпзпкз" гжзтик ггт" мвийфвн *стека*."к"гп" пвпкпвзф" нвфю "пв" твпзз" йвегнпзпп " пвлм *стека*0 фг"гйпвпвзф" пфг"ег нз" нкъмг " ггнкъггт" мнкшп фдв" д йгдгд"егжтг гтв "д *стеке* гмвизф "пзетвдкнйю л" вжтз "дгйдгвф0 3 нк *МК* к егнйю зф"ггы "ггнв фюев фк"жн "твй зы зпк "жпп ч"к *стека*."фг" ыз фд зф" гев пг фю"пфг"етк"езтзегнпзпкк *стека* етгкйгжзф"йвек юд"ггнв фюжвпп ч"нкгг"г жзф" жэвпв" еге фмв'йвек к'йвгт ивз ч"д *стек* жпп ч"д"ггнв фюЕ 0

Внешняя память. з гфг "пв" ыз фд ы "фвпжзпшк "ег"езтзчгж "м'йвмг фг л" втчкфвмф тз *МК*."д"пзмгфгт ч" н пв ч"дгйпкмвзф"пзггчгжж г фюегжмн пвпк "жегнпкфвнйюг л" дпзъ пзл"ев фк"мвм*памяти программ*."фвм'к"жпп ч 0

З нк *МК* гжзтикф'езшквнйю з"веевтвфп з"тзж фдв'жн "егжмн пвпк "дпзъ пзл"ев фк."фг" яфв'гезтвык "етгкйдгжкф "ьфвфп "ег ггг "мвм'жн " Е 0

Дфгтгл."ггнзз" пкдзт внйю л."ег гг"йвмн пвзф "д"фг ."пфгг "к егнйюгдвфюегтф " ддгжвд дгжв'жн "егжмн пвпк "дпзъ пзл"ев фк"к"тзвнкйгдвфюггтвызпкз"м'ев фк"етг гтв п к" тзж фдв к0 Фвмг л"ег гг"егйдгн зф"йвжзл фдгдвфюегт ф з" фггл фдв"ддгжвд дгжв"гзй" тзвнкйвпкк"нгип ч'ькпп ч"кпфвтцзл гд."гжвм"еткдгжкф'м"пкизпк "г флгжзл фдк "к фв " етк"ггтвызпкк"м'дпзъ пзл"ев фк0

Порты ввода/вывода. Овиж л" О"к ззф"пзмгфгтгз"мнкшп флг"нкпкл"ддгжвд дгжв."мгфгт з"ггызжкпзп "д" пггтвйгжп з"пвыз":-твйгжп з"евтвннзнйю з *порты*ддгжвд дгжв0Д"ев фк" О"мвиж *порту*ддгжвд дгжв"ггфдзф фд зф"дгл *адрес* тзгк фгв'жпп ч0Rгтвызпкз"м' тзгк фг "жпп ч *порта*ддгжвд дгжв"етгкйдгжкф "фв к"из"мг впжв к."пфг"к"ггтвызпкз"м'ев фк" жпп ч0Отг з фггт."дг" пггкч" О"гфжнйю з"твйгж *портов* гг ф'г фюгетгъзп "нкк" фвпгднзп "мг впжв к"гкфгдггт"етгпв гтв0

Д'йвдк к г фк'гф'тзвнкй з ч"ц пмшкл"твйнкшп ф'нзж ыкз"фке "евтвннзнйю ч *портов*:

- гжгпветвднзпп з *порты*."етзжтвйпвпвп з" фгнйю" жн *ввода* кнк" фгнйю" жн *вывода* кпцгт вшкк
- жд пветвднзпп з *порты*."пветвднзпкз"езтзжвшк"мгфгт ч" *ввод* кнк *вывод* "етзжн зф "д" етгпв з"кпкшквнкйвпкк" О
- *порты* "внфвтпвфкдпгл"ц пмшклзл" нпфкензм ктгдвпп з *порты* 0 Rфжнйю з"нкпкк" яфкч *портов* к егнйю ф "гд з флг г"дфлгзпп к"езткцзтклп к" фггл фдв к" О." фвмк к"мвм*таймеры*."D Е."мгпфггнзт *последовательных интерфейсов*;
- *порты* "етг гтв пг"етвдн з гл"чз гфвчпкмг л"дггжгггд чгжгггг"цзтв0

д егнп ф'тгнйю фггл фд"дтз зппггт" ггнв гдвпк "ц пмшкпктгдвпк " О"к" ггызмфв"етвднзпк ."мгфгт з"д'ггыз "н пвз"твггфв ф'в кпчтгппг0 вйнкшп ф'фгк'фкев'внзгткф гд" гг зпв"кпцгт вшкзл"зиж " О"к"дпзъ пк " фггл флг "пвтзй"евтвннзнйю з *порты* ддгжвд дгжв

- тзик "етг фггт"етг гтв пггт"ддгжвд дгжв
- тзик "ддгжвд дгжв"г"флггктгдвпкз
- тзик "ддгжвд дгжв"егнп "пвггтг "кспвнгд"егжфзтижпк "гг зпв0

Таймеры и процессоры событий. Ггнкъ кп фдг"йвжшц'етвднзпк ."мгфгт з"тзвнкй ф " "ег гыю " О."фгзг ф'к егнпзпк "кч"д"тзвнйюг "дтз зпк0Егж'яфк "егпк вф "ег гпг фю к фв "егншкфю кпцгт вшк "г" г фг пкк"етвдн з ггт"ггызмфв."д егнпкфю пзггчгжж з" твпвфп з"етгпвжт "к"д жвфю'етвдн ыкз"дгйжзл фдк "д"фвпкз"кпфвтдвнв"дтз зпк."ж фвфгпфгг"жн "изнвз ггт"кй зпзпк "г фг пк "ггызмфв0 Дгйвгвфюц пмшкк"цгт ктгдвпк "етвднзпк "д'тзвнйюг " в ьфвгз"дтз зпк"фгнйю"пв'шпфгвнйю л"етгпв гт"пзгццзмфкдпг."фвм'мвм' яфг'йвпк вф'тзт "пзггчгжж з'жн "твпвфп ч"етгпвжт0Егяфг "д'ггнкъ кп фдз"гдтз зпп ч" О"к егнйю зф "веевтвфпв"егжжзтимв"твггф "д"тзвнйюг "дтз зпк"к егнйюгдвпкз "фвл зтв" фвл зтгд0 гжнк"фвл зтгд"ни вф'жн "еткз в'кпцгт вшкк"г"дтз зпк"пв фензпк "фвч'кнк"кп ч"

гг фкл"гф"дпзъ пкч"жфшкмг д" гг фкл."в"фвми з"жн "цгт ктг двпк " етвдн ыкч"дг йжзл фдкл"дг"
дгз зпк0

Модуль прерываний МК. Ргтвггфмв прерываний д О" етгк чг жжф" д" гг фдзф фдкк" "
ггык к" еткпшкев к" ггтвггфмк прерываний д" Е У0Модуль прерываний еткпк взф"
йветг прерывания к"гтгвпкй зф"езтзчг ж"м"д егнпзпк "гетзжнзппг л"етзт дв ызл"етг гтв О
ветг прерывания гг ф" ег ф евфю мвм" гф" дпзъ пкч" к фгшпкмг д. фвм" к" гф" к фгшпкмг д."
тв егнпзпп ч"д"твйнкш ч"дп фгзппкч" гжн ч" О0Д"мвпв фдз"дчг жд"жн "еткз в"йветг гд"гф"
дпзъ пкч"к фгшпкмг д"пвыз"д зг"к егнй ф выводы евтвннзпк ч портов ддг жвд дг жв."жн "
мгфгт ч"яфв функция дн зф "внфзтпвфкдпг л0К фгшпкмв к йветг гд"дпзъ пкч прерываний фвми з"
гг ф" г фю н г з" кй зпзпк " дпзъ пкч" ксгпвн д" пв" пзмгфгт ч" езпквнйг" д жнзпп ч"
нкпк ч портов ддг жвд дг жв0

К фгшпкмв к"дп фгзппкч"йветг гд прерываний гг ф" н икфю нзж ыкз" гг фк

- езтзегнпзпкз таймеров / счетчиков ;
- ксгпвн "гф"мвпвн д"дчг жгг г"йвчдвфв"к"д чг жгг г" твдпзпк таймеров / счетчиков кнк"
гфпроцессора событий ;
- гфг дпг фюев фк" РТ О
- ксгпвн прерывания гф"жегнпкфвнйг ч" гжнзл" О."дмн пв "йвдзтъ зпкз"езтзжпк"кнк"
еткз в"кпцгт впкк"ег"гжгг "кй"ег нзж двфвнйг ч портов к"жг гкз0

ггл запрос прерывания ег ф евзф"пв"ггтвггфм ."з нк прерывания д" О" твйгзъ зп "к"
твйгзъ зпг прерывание ег" жвппг " йветг 0Адрес." мгфгт л" йвгт ивзф " д"
етг гтв п л счетчик етк"езтзчг ж"м"ггтвггфмв прерывания."пвй двзф " вектор прерывания 0Д"
йвдк к г фк" гф" гтгвпкйвпкк" гжн прерываний мпмгзфпг г" О" твйнкш з"
к фгшпкмк прерываний гг ф"к зфюгвйп з"дзмфгт "кнк"к егнйг двфюпзмфгт з"кй"пкч" гд з фпг 0
К егнйг двпкз" твйнкш к прерываниями гжгг г" дзмфгтв"гг шгг" пз" д й двзф"етггнз " етк"
твйгггфмв" етг гтв пгг" ггз езпвпк ." фвм" мвм" всевтвфпв " пв фю О" цкм ктг двпв."
в контроллер пвыз"д зг"д егнп зф"гжг -зжп фдзпп "етг гтв 0

Дгетг " г" еткгткфвфч" етк" гжггдз зппг " ег ф ензпкк" пз мнйжч" йветг гд"
пв прерывание тзъ взф " д" твйнкш ч" О" ег-твйпг 03 фю О" "гжгг тгдпздг л" к фв гл"
еткгткфвфг д" д з" йветг " твдпг пвпп ." пггг тгдпздг л" к фв гл" " цкм ктг двпп к"
еткгткфвфв к"к" пггг тгдпздг л"етг гтв кт з гл" к фв гл"еткгткфвфг д0

Рфжнйг"пзггчгж г"гек вфюевеетвфп з прерывания." д йпп з" "дмн пвпкз "екфвпк ."
егжвпвл" ксгпвнв" гтг "к"езтзегнпзпкз " фтггиздгг таймера0 Рпк"к з ф"пз в мкт з л"
чвтвмфвт"к"пвыз"д зг"твйжн ф"гжп"ггыкл вектор прерывания0 ф"дегнпз"нггкшгг."ег мнйжм"
тзй нфвфг "мвжгг"кй"гг фкл" дн зф "пвынйг л" гтг " О0