

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА
КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Ҳимояга
МУТ ва Т кафедра мудири
доц. У.Б. Амирсайдов

2015__ й. “__” _____

**«AVR Микроконтроллери учун программаларни ишлаб
чиқиш»**

мавзуида

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Битирувчи	_____	<u>Сафаров Р.Р.</u>
	(имзо)	(Ф.И.Ш.)
Раҳбар	_____	<u>Нурматова С.Б.</u>
	(имзо)	(Ф.И.Ш.)
Тақризчи	_____	_____
	(имзо)	(Ф.И.Ш.)
ҲФХ ва экология бўйича маслаҳатчи	_____	<u>Қодиров Ф.М.</u>
	(имзо)	(Ф.И.Ш.)

Тошкент 2015

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА
КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Телекоммуникация технологиялари факультети «МУТ ва Т» кафедраси
йўналиш (мутахассислик) 5311300 – телекоммуникация

ТАСДИҚЛАЙМАН

Кафедра муdiri _____
2014 й. “ ____ ” _____

ТОПШИРИҚ

_____ Сафаров Рустам Равшан ўғли _____
(фамилияси, исми, отасининг исми)

1. Иш мавзуси “AVR микроконтроллери учун программаларни ишлаб
чиқиш” 2014 йил “25” 12 даги № 1467 сонли буйруқ билан тасдиқланган

2. Ишни ҳимояга топшириш муддати _____ 11.06.2015й. _____

3. Ишга оид дастлабки маълумотлар __интернет, китоблар, техник
ҳужжатлар ва рефератлардан олинган маълумотлар_____

4. Ҳисоблаш-тушунтириш ёзувларининг мазмуни (ишлаб чиқиладиган
масалалар рўйхати) 1. «ATMEL» Фирмасининг Mega оиласи AVR
микроконтроллерлари архитектураси. 2. AVR-микроконтроллерларининг
буйруқлар тизими. 3. AVR – STUDIO интеграллашган дастур муҳитида
дастурлар тузиш. 4. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги ва экология.

3. График материаллар рўйхати _____ тақдимот материаллари _____

4. Топшириқ берилган сана _____ 15.12.2014й _____

Рахбар _____
(имзо)

Топшириқ олдим _____
(имзо)

7. Ишнинг айрим бўлимлари бўйича маслаҳатчилар

Қисм	Маслаҳатчи ўқитувчининг Ф.И.О.	Имзо, сана	
		Топширик берилди	Топширик олинди
1-3.Асосий қисм	Нурматова С.Б.	15.12.2014й	
4. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги ва экология	Қодиров Ф.М	02.05.2015й	

8. Ишни бажариш графиги

Т/Р	Ишқисмларининг номи	Бажариш муддати	Рахбар (маслаҳатчи) белгиси
1	«ATMEL» Фирмасининг Mega оиласи AVR микроконтроллерлари архитектураси.	15.01.2015й.	
2	AVR-микроконтроллерларининг буйруқлар тизими.	16.03.2015й.	
3	AVR – STUDIO интеграллашган дастур муҳитида дастурлар тузиш.	27.04.2015й.	
4	Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги ва экология	25.05.2015й.	

Битирувчи _____ 2015йил “ ____ ” _____
(имзо)

Рахбар _____ 2015йил “ ____ ” _____
(имзо)

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	6
1 «АТМЕЛ» ФИРМАСИНИНГ МЕГА ОИЛАСИ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛАРИ АРХИТЕКТУРАСИ.....	9
1.1 AVR микроконтроллерлари тўғрисида умумий маълумотлар.....	9
1.2 Периферия модуллари.....	12
1.3 Микроконтроллерларни конструктив бажарилиши.....	14
1.4 Хотирани ташкил қилиниши.....	15
ХУЛОСА.....	24
2 AVR-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛАРИНИНГ БУЙРУҚЛАР ТИЗИМИ	25
2.1 Буйруқлар тизимининг хусусиятлари.....	25
2.2 Адреслаш усуллари.....	26
2.3 Буйруқлар турлари ва қўринишлари.....	29
ХУЛОСА.....	38
3 AVR – STUDIO ИНТЕГРАЛЛАШГАН ДАСТУР МУҲИТИДА ДАСТУРЛАР ТУЗИШ.....	40
3.1 AVR - STUDIO дастурий пакетининг имкониятлари.....	40
3.2 AVR-Studio да дастур яратиш ва компиляция қилиш.....	42
3.3 AVR-Studio да дастурларни хатоликлардан тўғрилаш.....	45
3.4 AVR-микроконтроллерларининг ассемблер дастури тўғрисида маълумот	48
3.5 Ассемблер дастурининг структураси.....	55
ХУЛОСА.....	65
4 ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ ВА ЭКОЛОГИЯ.....	66
4.1 Алоқа корхоналарини ёнғинга ва портлашга хавфи бўйича тоифаланиши.....	66
4.2 Компьютер хоналарида иш жойини ташкил этилиши.....	69
УМУМИЙ ХУЛОСА.....	73
АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	74

КИРИШ

Ўзбекистон мустақилликка эришгач жамиятимиз ҳаёти тубдан ўзгарди, буни иқтисодиётимиз, телекоммуникация тармоқлари, ахборот саноати соҳалари ривожланиб бораётганидан ҳам кўриш мумкин.

Хозирги кунда мамлакатимиз иқтисодиёти телекоммуникация ва ахборот технологиялар соҳасида ислохотлар туфайли бир қанча аҳамиятли ижобий ўзгаришларга эга бўлиб, бу соҳа энг тезкор ривожланаётган ва узок муддатли иқтисодий ўсиш салоҳиётга эга бўлган соҳага айланди.

Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А.Каримовнинг 2012 йил 21 мартда “Замонавий ахборот-коммуникация технологияларини янада жорий этиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисидаги” ПҚ 1730-сонли қарорлари чиқди. Ушбу қарорда 2012-2014 йиллар мобайнида республикамизда давлат ва хўжалик бошқаруви органлари, маҳаллий давлат ҳокимияти органлари фаолияти самарадорлигини ошириш, давлат ва жамият қурилиши соҳасида замонавий ахборот-коммуникация технологияларидан кенг фойдаланишни таъминлаш мақсадида бир қатор чора-тадбирларни амалга ошириш кераклиги тўғрисида айтиб ўтдилар.

Atmel Corp фирмасининг AVR оиласи микроконтроллерлари (AT90S серияси) ҳали яратилганига кўп бўлмаган бўлсада (1997 йил) бутун дунёда ва жуда катта машҳурликка эришди. 2001 йилда 8-разрядли микроконтроллерларга асосланган рус ишланмаларининг ярмидан кўпи айнан AVR асосида ишлаб чиқилди ва бу тенденция бугунги кунда ҳам давом этмоқда. Бу табиий ҳолдир. Чунки процессор ядросининг жуда омадли архитектураси ва кристаллдаги периферия модулларининг кенг тўплами якуний қурилмани дастурлаш жараёнини соддалаштиради.

Ишлаб чиқарувчиларнинг эътиборини тортган яна бир фактор бўлиб 2002-йилда AVR микроконтроллерларининг янги авлодининг ишлаб

чиқилиши саналади. Бу микросхемалар биринчи AT90S микросхемаларидан фарқли равишда 0,35 мкм технологик нормалар бўйича ишлаб чиқарилади. Бу микроконтроллерлар орасидаги асосий фарқ шундан иборатки, янги контроллерларда такт частотаси икки марта оширилиб, 16 МГц га тенг бўлиб, бу самарадорликни 16 MIPS гача таъминлаши мумкин (AVR микроконтроллерларида одатий буйруқ такт частотасининг бир даври мобайнида бажарилади).

Хозирги вақтда AVR нинг икки оиласи Tiny ва Mega серияли ишлаб чиқарилмоқда. Tiny оиласи микроконтроллерлари катта бўлмаган хажмдаги дастурий таъминот хотираси ва анчайин чекланган перефирияга эга. Улар 8-та чиқишли корпусларда чиқарилиб, энг арзон микроконтроллер хисобланади. Кўпроқ ривожланган периферия ва катта хажмдаги маълумот ва дастурий хотирага Mega оиласи микроконтроллерлари эгадирлар.

AVR технологиясини Atmel корпорацияси ишлаб чиқараётган йўналишларнинг энг қизиқарлиси деса ҳам бўлади. Улар ўзларида замонавий юқори самарали ва тежамкор кўп йўналишли контроллерларни барпо қилувчи асбоб сифатини жамлаган. Хозирги вақтда “нарх – самарадорлик – энергия сарфи” нисбати AVR учун дунё бозоридаги 8-разрядли контроллерлар орасида энг яхшилариандир. Хар йили жаҳон бўйлаб AVR ларнинг сотилиш хажми икки маротаба ортмоқда. Улар учун аппарат ва дастурий таъминоти ишлаб чиқарувчи фирмаларнинг сони геометрик прогрессия бўйича ортиб бормоқда. Умумфойдаланишга йўналтирилган 8-разрядли микроконтроллерлар орасида яна бир саноат стандарти сифатида AVR ни кўрсатиш мумкин.

Янгича RISC-ядрони яратиш ғояси 1994-йил Норвегияда туғилган. 1995-йилда унинг икки ихтирочиси Альф Боген (Alf-Egil Bogen) ва Вегард Воллен (Vegard Wollen) Atmel корпорациясига янги 8-разрядли RISC-микроконтроллерини стандарт қурилма сифатида ишлаб чиқишни ва унинг кристаллида дастурий флеш хотираси билан таъминлашни таклиф қилишган. Atmel Corp. раҳбарияти ушбу лойиҳани инвестиция қилишга қарор қилди.

1996-йилда Норвегиянинг Тронхейм шаҳрида тадқиқот марказига асос солинди. Ҳар иккала ихтирочилар ушбу марказнинг директорига айландилар, микроконтроллер ядроси эса патентланиб, AVR (Alf-Egil Bogen + Vegard Wollen + RISC) номини олди. 90S1200 биринчи тажрибавий кристалли 1996-1997-йиллар оралиғида ишлаб чиқарилган бўлиб, 1997-йилнинг 3-кварталида эса Atmel корпорацияси янги оила микроконтроллерларининг сериявий ишлаб чиқаришни ва уларни техник ва рекламавий қўллаб қувватлашни бошлади.

AVR 1.8 вольтдан 6,0 вольтгача бўлган кенг диапазондаги кучланишларда ишлайди. Актив режимдаги энергия таъминоти таъминот кучланиши қийматига, AVR ишлаётган частотага ва микроконтроллернинг конкрет турига боғлиқ. Батафсил маълумот одатда Atmel Corp нинг оригинал техник хужжатларида келтирилади. AVR микроконтроллерларининг ишлаш температураси — тижорий микроконтроллер учун ($0\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 70\text{ }^{\circ}\text{C}$) ва саноат микроконтроллери учун ($-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +85\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Барча AVR микроконтроллерлари дастурларнинг Flash-хотирасига эга бўлиб, ҳам оддий программатор орқали, ҳам SPI-интерфейси ёрдамида, шунингдек асосий плата орқали ҳам юкланиши мумкин. Қайта ёзиш цикли сони — 1000 тадан кам эмас.

1. «ATMEL» ФИРМАСИНИНГ MEGA ОИЛАСИ AVR МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛАРИ АРХИТЕКТУРАСИ

1.1. AVR микроконтроллерлари тўғрисида умумий маълумотлар

AVR микроконтроллерлари бозорда 1990-йиллар охирида пайдо бўлди ва қисқа давр мобайнида катта машхурликка эришди. Йилдан йилга улар бозорнинг янги соҳаларини эгалламоқдалар. Бунда ханузгача 8-битли микроконтроллерлар бозорида энг яхшилардан бири бўлган нарх/тезлик/энергия сарфи кўрсаткичи асосий ўрин эгаллайди. Бундан ташқари улар асосида ишловчи қурилмалар учун ташқи ишлаб чиқарувчилар томонидан ишлаб чиқиладиган турли дастурий ва аппарат таъминоти воситаларининг сони доимий тарзда ортмоқда. Буларнинг барчаси AVR ни 8-битли микроконтроллерларнинг саноат стандарти сифатида таърифлашга замин яратади.

Хозирги вақтда ягона базавий архитектура доирасида AVR микроконтроллерлари бир қанча туркум оилаларга бўлинади. Улар орасида асосийлари:

- Classic AVR (ишлаб чиқаришдан ечилмоқда);
- Tiny AVR;
- Mega AVR;
- махсус соҳаларда қўлланилиш учун Mega AVR.

Tiny оиласи микроконтроллерлари катта бўлмаган хажмдаги дастур хотираси ва анча чекланган периферияга эга. Уларнинг деярли барчаси 8 та чиқишли корпусларда ишлаб чиқарилади ва турли мақсадлардаги интеллектуал даттчикларда (назорат, қўриқлаш, ёнғин), ўйинчоқларда, заряд қурилмаларида, турли маиший техникада қўлланилади.

Mega оиласи микроконтроллерлари кўпроқ ривожланган периферия ва барча AVR микроконтроллерлари орасидаги энг катта хажмдаги маълумот ва

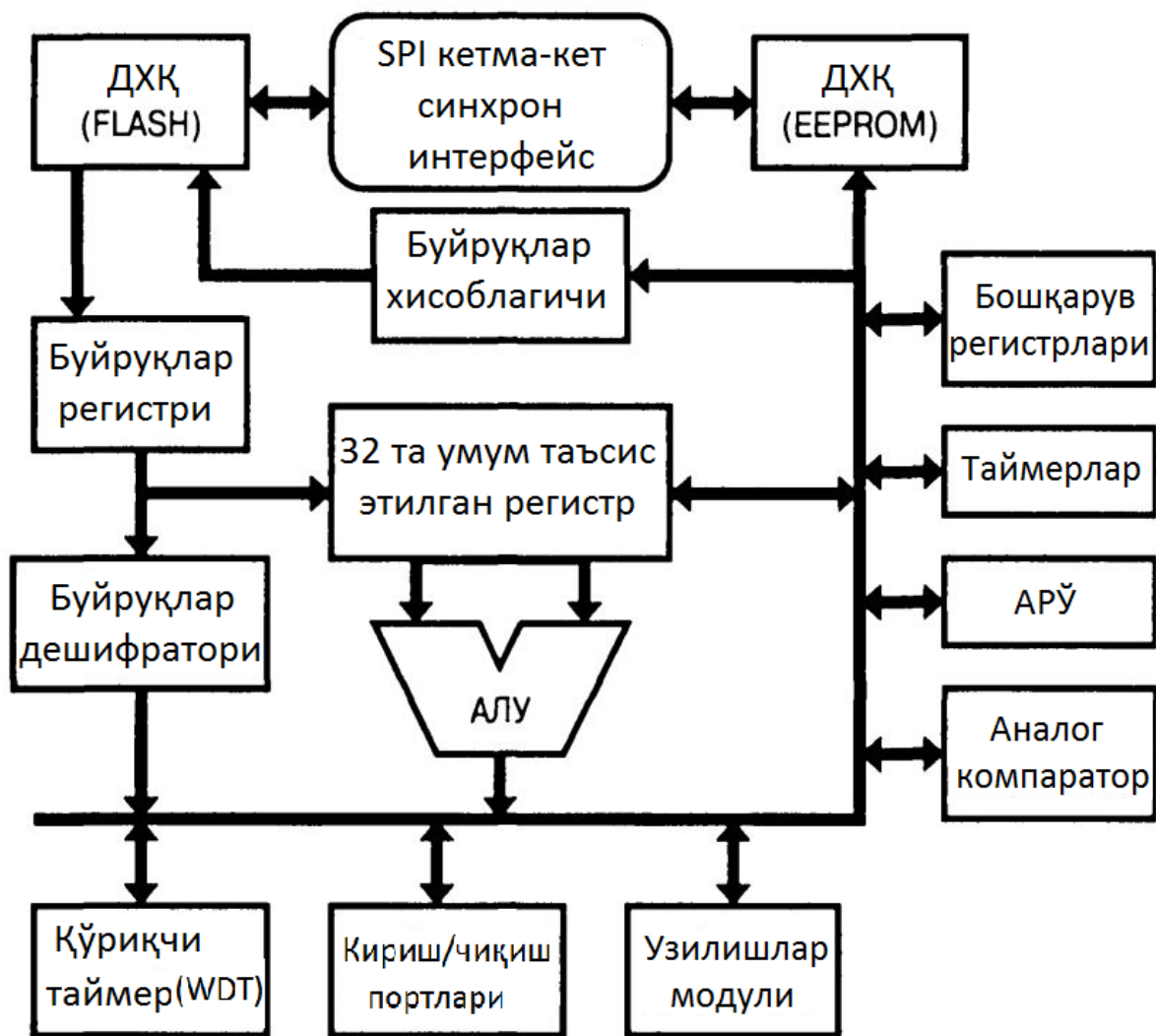
дастурий хотирага эгадирлар. Улар мобил телефонларда, турли периферия қурилмалари (принтер, сканер, замонавий дискли хотиралар, CD-ROM/DVD-ROM қурилмалари ва х.к. каби) контроллерларида, мураккаб офис техникасида ва шунга ўхшаш қурилмаларда ишлатилади.

AVR микроконтроллерларининг процессор ядроси (CPU) (1.1-расм) микроконтроллерлар ишлаш тезлигини оширишга қаратилган такомиллаштирилган RISC-архитектураси (enhanced RISC) бўйича қурилган. Арифметик-мантикий қурилма (АМК) барча ҳисоблашларни амалга оширади. У регистрли файлга бирлаштирилган 32 та иш регистрига бевосита боғланган. Бунинг натижасида АМК такт мобайнида битта амални бажара олади (регистрни ташкил қилувчи маълумотларни ўқиш, аммалларни бажариш ва регистрли файлга натижаларни қайта ёзиш). Бундан ташқари деярли барча буйруқлар (бир операнди 16-битли адрес ҳисобланган буйруқлардан ташқари) дастур хотирасининг битта катагини эгаллайди.

AVR микроконтроллерларида Гарвард архитектураси амалга оширилган. Бу архитектура ҳар бири хусусий уланиш шинасига эга бўлган тақсимланган дастур ва маълумотлар хотираси билан тавсифланади. Бундай ташкиллаштириш бир вақтнинг ўзида ҳам дастурлар хотираси билан, ҳам маълумотлар хотираси билан ишлаш имконини беради.

Маълумот шиналарининг ажратилиши ҳар бир турдаги хотира учун турли разряддаги шиналардан фойдаланиш имконини беради. Бунда адресация усули ва ҳар бир турдаги хотирага уланиш усули ҳам фарқли бўлади. Бундай архитектура икки поғонали буйруқлар контейнери билан биргаликда (бир буйруқ бажарилаётганида бошқаси паралел тарзда танланади ва декодерланади) 1МГц такт частотасида 1 MIPS самарадорликка эришиш имконини беради.

AVR-микроконтроллерлари кам қувват сарфловчи КМОП технологияси асосида тайёрланади ва тўлиқ статистик архитектурага эга, минимал такт частотаси нолга тенг.



1.1-расм. AVR-микроконтроллерининг процессор ядроси архитектураси

Мегa оиласи AVR микроконтроллерларининг асосий параметр ва тавсифлари:

- дастурларнинг FLASH-хотираси. Хажми 8 - 256 Кбайт (ўчириш/ёзиш цикли сони 10 000 дан кам эмас);
- тезкор хотира (статик ТХҚ). Хажми 512 байтдан 8 Кбайтгача;
- ЭСППЗУ (EEPROM) асосидаги маълумотлар хотираси. Хажми 256 байтдан 4 Кбайтгача (ўчириш/ёзиш цикли сони 100 000 дан кам эмас);
- дастур ва маълумотлар хотирасининг ўқишдан ва модификация қилишдан ҳимоя имкони;

- SPI ва JTAG кетма-кет интерфейслари орқали бевосита тизим орқали дастурлаш имкони;
- Ўз-ўзини дастурлаш имкони;
- IEEE 1149.1 (JTAG) стандартига мувофиқ схема ичи доирасидаги хатоликлардан тўғрилаш имконияти, шунингдек хусусий бир симли схема ичи хатоликлардан тўғрилаш интерфейси (debugWire1) нинг мавжудлиги;
- турли синхронизация усуллари: ички ёки ташқи вақтни белгиловчи RC-занжирли ўрнатма RC-генератор, ташқи кварцли ёки пьезокерамик резонаторли ўрнатма генератор, ташқи синхронизация сигнали;
- бир неча камайтирилган энергия сарфлаш режимларининг мавжудлиги;
- кўриқловчи таймернинг мавжудлиги;
- камайтирилган таъминот кучланиши детекторининг мавжудлиги (Brown-Out Detector-BOD);
- такт генератори частотасининг дастурий камайтириш имкони;
- узилишларнинг векторли тизими, узилишлар навбатини таъминлаш;
- узилиш манбааларининг кўплиги (45 тагача ички ва 32 тагача ташқи);
- аппаратли кўпайтиргичнинг мавжудлиги.

1.2. Периферия модуллари

Mega оиласи AVR микроконтроллерлари 23 тадан 86 тагача кириш/чиқиш линияларига эга. Бу линиялар 8-разрядли кириш/чиқиш портларига бирлашади. Бунда, алоҳида линиялар бири-биридан устақил бўлган кириш ёки чиқиш линиялари сифатида дастурланиши мумкин. Хар бир линия Шмит триггерили кириш буферига эга бўлиб, индивидуал ўчирилувчи ички тортувчи резистор эса 20-50 кОм қаршиликка эга.

Бундан ташқари, катта танловдаги периферия қурилмалари тўплами мавжуд:

- бир ёки икки 8-битли таймер/хисоблагич, икки 8-битли таймер/хисоблагичларнинг барча моделларида таймерларнинг бири реал вақт соати сифатида ишлатилиши мумкин (асинхрон режимда);
- биттадан тўртагача таймер/хисоблагич;
- бир ва икки каналли 8-битли ШИМ сигнали генератори (8-битли таймер/хисоблагичнинг иш режимларидан бири);
- икки ва уч каналли 8-битли разрядни созловчи ШИМ сигнали генератори (16-битли таймер/хисоблагичнинг иш режимларидан бири), шакллантирилаётган сигналнинг кенгайтмаси 1 дан 16 битгача қийматни ташкил этиши мумкин;
- аналогли компаратор;
- кўп каналли 10-битли ҳам носимметрик, ҳам дифференциал чиқишларга эга бўлган кетма-кет яқинлашувчи АРЎ;
- SPI кетма-кет синхрон интерфейс;
- TWI кетма-кет икки симли интерфейс (I²C интерфейсининг тўлиқ аналог);
- биттадан тўрттагача тўлиқ дуплексли универсал синхрон/асинхрон узаткич/қабул қилгичлар (USART). Улар бир қатор моделларда SPI шинасининг асосий қурилмаси сифатида ишлатилиши мумкин;
- универсал кетма-кет USI интерфейси. У SPI ёки I²C интерфейси сифатида, шунингдек ярим дуплексли UART ёки 4/12-битли хисоблагич сифатида ишлатилиши мумкин.

Мисол тариқасида 1.3-расмда ATmega8535 микроконтроллерининг структуравий схемаси келтирилган. У тўртта 8-битли кириш/чиқиш портларига (A...D), иккита 8-битли (T0, T2) ва бир 16-били (T1) таймер/хисоблагичга, USART, SPI ва TWI ли битта интерфейс модулли 4та ШИМ каналига эга.

1.3. Микроконтроллерларни конструктив бажарилиши

Мегa оиласига бугунги кунда умумий мураккабликда 4 гуруҳга бўлинувчи 24 моделдаги микроконтроллерлар киради.

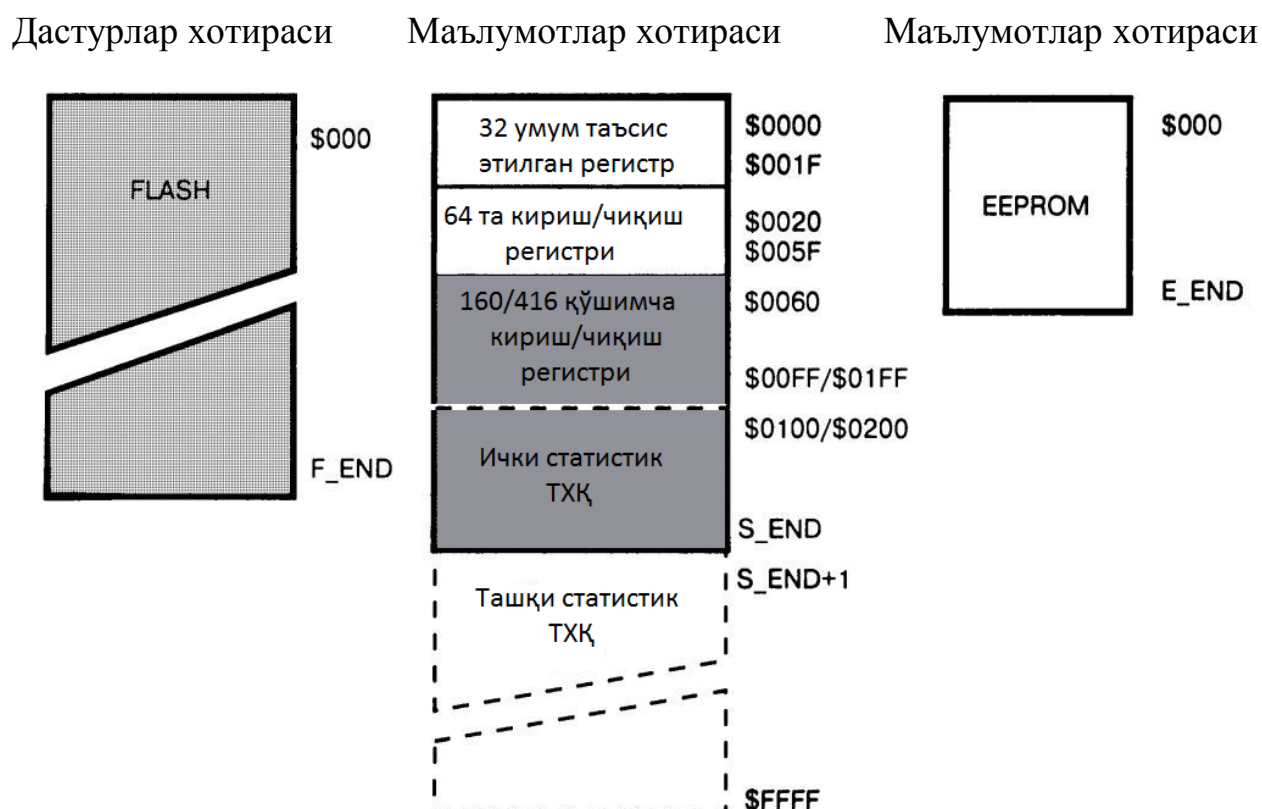
1. 32-та чиқишли корпусда чиқарилувчи, максимал кириш/чиқиш контактларининг сони 23 та бўлган TQFP ва MLF турдаги микроконтроллерлар (шунингдек 28-чиқишли корпусларда DIP туридаги микроконтроллерлар ҳам ишлаб чиқарилади).
2. 44-та чиқишли корпусда чиқарилувчи, максимал кириш/чиқиш контактларининг сони 35 та (ташқи ТХҚ уланиш имконига эга бўлган моделлар) ёки 32 та (қолган моделлар) бўлган TQFP ва MLF турдаги микроконтроллерлар (шунингдек 40-чиқишли корпусларда DIP туридаги микроконтроллерлар ҳам ишлаб чиқарилади).
3. TQFP ва MLF турдаги 64-та чиқишли корпусда чиқарилувчи, 53 ёки 54 та кириш/чиқиш контактларига эга бўлган микроконтроллерлар.
4. TQFP турдаги 100-та чиқишли корпусда чиқарилувчи, 68 ёки 86 та кириш/чиқиш контактларига эга бўлган микроконтроллерлар.

Баъзи моделлар ишлаб чиқаришда олинган Classic оиласи микроконтроллерлари ўрнига ўлчами ва функционал ҳолати жихатидан мос жихатда ишлаб чиқарилмоқда. Масалан AT90S8535 микроконтроллери ўрнига ATmega8535 микроконтроллери ишлаб чиқарилмоқда.

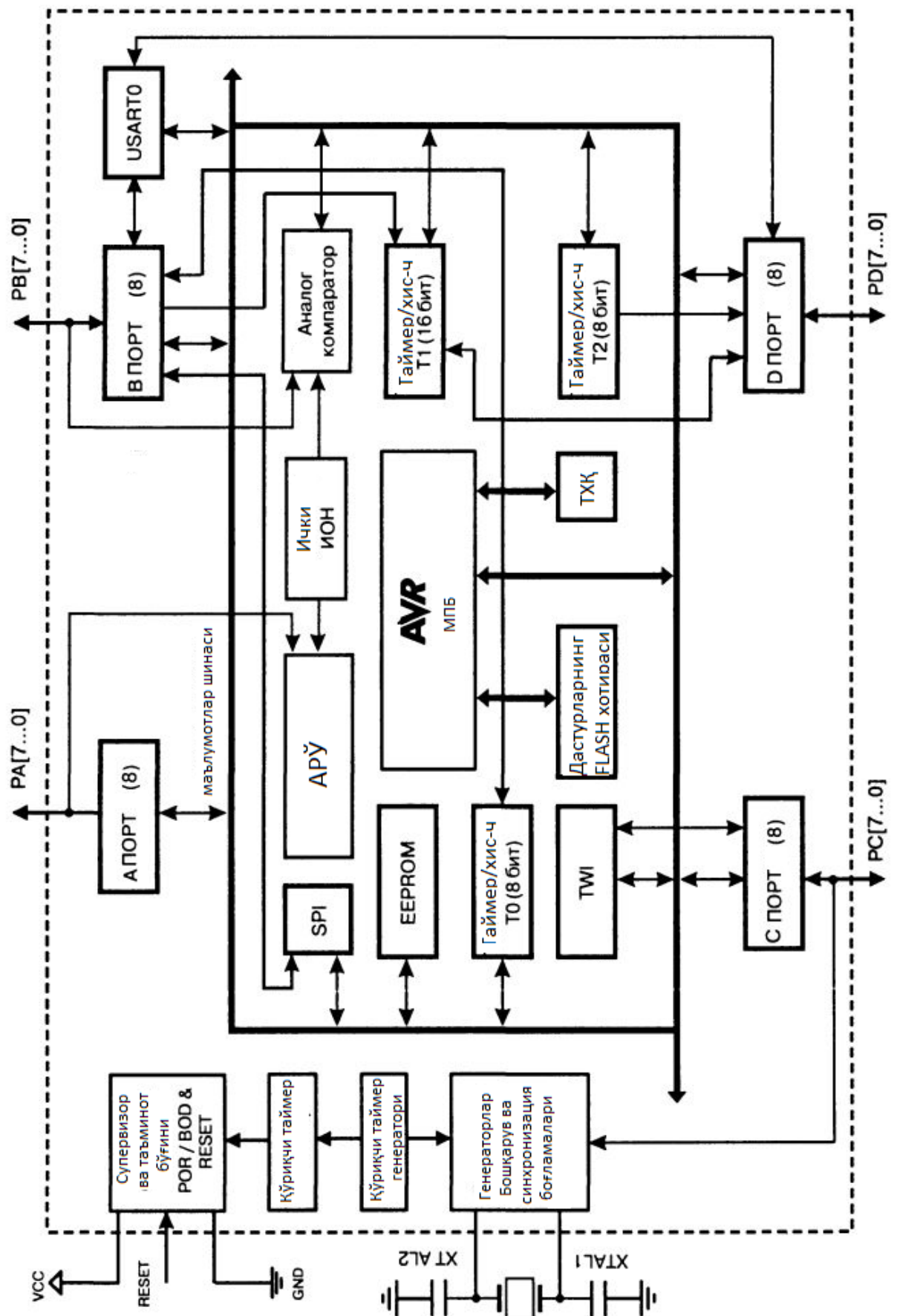
Таъкидлаш жоизки, бир оила туридаги баъзи микроконтроллерлар ҳам тижорий (ишлаш темпиратураси диапазони $0 \dots +70^{\circ}\text{C}$), ҳам саноат (ишлаш темпиратураси диапазони $-40 \dots +85^{\circ}\text{C}$) йўналишларида ишлаб чиқарилса, бошқалари фақат саноат йўналишида ишлаб чиқарилади. Таъминот кучланиши турли ишланмаларда 4,5 ... 5,5, 2,7 ... 5,5 ёки 1,8 ... 5,5 В ни ташкил этади. Максимал такт частотаси 4, 8, 10, 16 ёки 20 МГц ни ташкил этиши мумкин.

1.4. Хотирани ташкил қилиниши

Mega оиласи AVR микроконтроллерлари хотира картасининг умумлаштирилган схемаси 1.2-расмда тасвирланган. AVR микроконтроллерлари 16-битли буйруқлар тизимига эга бўлганлиги сабабли, расмда дастурларнинг хотира хажми байтларда эмас, 16-битли сўзларда ифодаланган. Сон олдидаги «\$» симболи бу соннинг 16 лик санок тизимда ёзилганлигини англатади. ATmega8535 микроконтроллери учун дастурларнинг хотира хажми 8 Кбайтни ташкил этиб (4К*16), унинг юқори чегараси F_END = \$FFF, ТХҚ маълумотлари хажми – 512 байт, юқори чегара S_END = \$25F, ДХҚ маълумотлари хажми – 512 байт, юқори чегара E_END = \$1FF ни ташкил этади.



1.2-расм. Mega оиласи AVR-микроконтроллерларининг хотира картаси



Дастурий таъминот хотираси (8-256 Кбайт) микроконтроллер ишини бошқарувчи буйруқларни сақлаш учун, шунингдек дастурнинг ишлаш вақтида ўзгармайдиган констант жадвалларини сақлаш учун ишлатилади. Бир байт маълумотни дастурий таъминот хотирасидан маълумот хотирасига узатиш учун махсус — LPM буйруғи мавжуд. LPM - буйруғи ишлатилганида ўқиш амалга ошириладиган адрес Z индекс регистри ташкил этувчиси орқали аниқланади. Бунда регистр ташкил этувчи катта 15 бит сўз адресини аниқлайди (0 ... 32 K), кичик бит байтларнинг қайсиниси ўқилишини аниқлайди: 0 - кичик бит, 1 - катта бит.

Mega оиласи микроконтроллерларининг аксариятида дастур хотираси иккита тенг бўлмаган мантикий қисмларга ажратилган: амалий дастур соҳаси ва юкловчи соҳаси. Юкловчи соҳада махсус дастур (юклагич) жойлашиши мумкин бўлиб, бу дастур микроконтроллерга мустақил равишда амалий дастурларни юклаш ва бўшатишни бошқариш имконини беради. Агарда микроконтроллернинг ўз-ўзини дастурлаш имкони ишлатилмаса, амалий дастур юкловчи соҳага ҳам жойлашиши мумкин.

\$0000 дастур хотираси адреси бўйича тозалаш вектори аниқланади. Микроконтроллернинг инициализацияси (тозалаш) дан сўнг дастурларнинг бажарилиши ушбу адресдан бошланади (ушбу адрес бўйича дастурнинг инициализацион қисмига ўтиш буйруғи жойлаштирилиши зарур).

\$001 адресидан (8 Кбайт ва ундан кам бўлган дастур хотирасига эга моделлар) ёки \$0002 адресдан (қолган моделлар) бошлаб дастур хотирасида узилиш векторлари жадвали жойлашади. Ушбу соҳанинг ўлчами микроконтроллер моделига боғлиқ.

Катта бўлмаган дастур хотирасига эга моделларда (8 Кбайт ва ундан кам) узилиш векторлари жадвалида нисбий ўтиш буйруқлари (RJMP), бошқа моделларда эса абсолют ўтиш буйруқлари (JMP) ишлатилади. Агар дастурда тўхталишлар ишлатилинмаса, асосий дастур бевосита \$0001 адресидан бошланиши мумкин.

Mega оиласи микроконтроллерлари маълумот хотираси уч қисмга ажратилган: регистр хотираси, тезкор хотира (статистик ТХҚ) ва энергияга боғлиқ бўлмаган ЭСППЗУ (EEPROM).

Регистр хотираси ўзида 32 умумий қўллаш этилган (УҚР) ва 64 хизмат кириш/чиқиш регистрларини (КЧР) ўзида жамлаган. Ривожланган периферияли мураккаб моделларда бундан ташқари қўшимча (extended) кириш/чиқиш регистрлари соҳаси ҳам мавжуд (ҚКЧР). Микроконтроллер хотирасида КЧР учун 64 байт, ҚКЧР учун эса мадел турига қараб 160 ёки 416 байт ххотира ажратилади.

Аккумуляторли процессорлардан фарқли равишда AVR процессор ядросида барча 32 УҚР ларга АМҚ бевосита уланиш иконига эга. Шу сабабли ихтиёрий УҚР деярли барча буйруқларда ҳам операнд-узаткич, ҳам операнд-қабул қилгич сифатида ишлатилиши мумкин. Сўнгги 6 та умум таъсис этилган регистрлар (R26...R31) ҳам маълумотлар хотирасининг билвосита адресациясида кўрсаткичлар сифатида ишлатилувчи учта 16-битли X, Y ва Z регистрларига бирлаштирилишлари мумкин.

Кириш/чиқиш регистрлари соҳасида турли хизмат регистрлари (микроконтроллерни бошқари регистри, ҳолат регистри ...) шунингдек, микроконтроллер таркибига кирувчи периферия қурилмаларини бошқариш регистрлари жойлашади. Уларнинг умумий сони микроконтроллернинг конкрет моделига боғлиқ.

Асосий кириш/чиқиш фазосида жойлашган кириш/чиқиш регистрларига бевосита IN ва OUT буйруқлари ёрдамида мурожат қилиш мумкин. Бу буйруқлар 32та УҚР лардан бири кириш/чиқиш фазоси орасида маълумот алмашинишни амалга оширади. Буйруқлар тизимида шунингдек 4 та бит бўйича уланиш буйруқлари ҳам мавжуд. Улар кириш/чиқиш регистрларини операндлар сифатида ишлатади: алоҳида бир битнинг ўрнатиш/узиш буйруқлари (SBI ва CBI) ва алоҳида битнинг ҳолатини текширувчи буйруқлар (SBIS ва SBIC). Бироқ бу буйруқлар асосий

кириш/чиқиш регистри фазосининг биринчи ярмига мурожат қилишлари мумкин (\$00...\$1F адресига).

УҚР лар орасида дастурларни амалга ошириш жараёнида тез-тез ишлатиладиган битта регистр мавжуд. Бу SREG ҳолат регистри. У \$3F (\$5F) адресида жойлашган бўлиб, микроконтроллер ҳолатини белгиловчи байроқлар тўпламини жамлаган. Кўпчилик байроқларга белгиланган ходисалар бошланишида автоматик тарзда (буйруқни бажарлиш натижасига мос равишда) 1 қиймати ўрнатилади ёки 0 га туширилади. Ушбу регистрнинг ҳар бир бити ҳам ўқиш учун, ҳам ёзиш учун очик; микроконтроллернинг тозалашидан сўнг регистрнинг барча битлари 0 га туширилади. Ушбу регистрнинг формати куйидагича:

1.1-жадвал

SREG ҳолат регистри

Бит	7	6	5	4	3	2	1	0	
\$3F (\$5F)	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
уқиш/ёзиш	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
дастлабки қиймат	0	0	0	0	0	0	0	0	

- 7-бит – I: Узилишларнинг умумий рухсатномаси.

Узилишларга рухсат берилиши учун бу байроққа “1” берилган бўлиши зарур. Алоҳида узилишларга рухсат бериш/таъқиқлаш узилишлар регистр маскаларининг мос разрядларини ўрнатиш ёки бўш қолдириш орқали амалга оширилади. Агарда байроқ бўш қолдирилган бўлса, бу регистрларнинг разрядлари ҳолатидан қатъий назар узилишлар таъқиқланади. Узилиш содир бўлганида байроқ автоматик тарзда олиб ташланади ва келгуси узилишларни қайта ишлаш учун RETI буйруғи орқали тикланади.

- 6-бит – T: Кўчирилаётган битни сақлаш. Регистрнинг ушбу разряди битларни кўчириш буйруқлари BLD (Bit Load) ва BST (Bit Store) узаткичи ёки қабул қилгичи сифатида ишлатилади. Ихтиёрий УҚР нинг белгиланган

разряди ушбу разрядга BST буйруғи орқали кўчирилиши ёки ушбу разряд ташкил этувчиларига мос равишда BLD буйруғи орқали ўрнатилиши мумкин.

- 5-бит – H: Ярим қисм кўчирилиш байроғи. Агар байтларнинг кичик қисмидан катта қисмига кўчирилиш амалга оширилса, ёки баъзи арифметик амалларни бажаришда катта қисм байтларидан кичик қисмга олинганида ушбу байроққа “1” қиймат ўрнатилади.
- 4-бит – S: Белги байроғи. Ушбу байроқ N (манфий натижа) ва V (қўшимча кодларда сонни тўлдириш) байроқлари орасида “инкор қилувчи ёки” амалининг натижасига тенг. Шундай экан, агар арифметик жараённинг натижаси нолдан кичик бўлса, бу байроққа “1” ўрнатилади.
- 3-бит – V: Қўшимча кодни тўлдириш байроғи. Ушбу байроқ белги натижасининг разряд катаги тўлиб кетганида “1” қийматни олади. Белгили сонлар (қўшимча кодда тақдим этилган) билан ишлаганда фойдаланилади.
- 2-бит – N: Манфий қиймат байроғи. Агар амал натижасининг катта (7-чи) разряди “1” га тенг бўлса бу байроққа “1” қиймат берилади. Акс ҳолда байроқ “0” га тенг.
- 1-бит – Z: Нолинчи қиймат байроғи. Агар бажарилган амал натижаси нолга тенг бўлса, бу байроққа “1” қиймат берилади.
- 0-бит – C: Кўчириш байроғи. Агар бажарилган амал натижасида байт чегараларидан чиқиб кетса, бу байроққа “1” қиймат берилади.

1.2-жадвалда мисол тариқасида ATmega8535 микроконтроллерининг барча кириш/чиқиш регистрларининг таркиби, таъсис этилиши ва адреслари келтирилган.

Ўзгарувчиларни сақлаш учун умум таъсис этилган регистрлардан ташқари 512 байтдан 8 Кбайтгача хажмга эга бўлган статистик ТХҚ ҳам ишлатилади. Бу оила микроконтроллерларининг бир қатори бундан ташқари 64 Кбайт хотирага эга бўлган ташқи статистик ТХҚ ни улаш имконига эга. ТХҚ нинг адреслар соҳасида шунингдек микроконтроллерларнинг барча регистрлари жойлашган бўлиб, улар учун кичик 96(256) адреслар

ажратилган. Хар бир регистр маълумотлар хотираси соҳасида ўзининг шахсий адресига эга. Шу сабабли регистрларга икки усулда, регистрга мурожат қилиш каби ёки бу регистрлар физик жихатдан ТХҚ катаклари ҳисобланмасада, хотира қурилмасига каби мурожат қилиш мумкин. Шундай қилиб, умум таъсис этилган R0 - R31 регистрларига ТХҚ нинг \$000 – \$01F адреслари, \$00 – \$3F кириш/чиқиш регистрларига ТХҚ нинг \$020 – \$05F адреслари мос келади (регистр рақамига \$20 қўшилади).

1.2-жадвал.

АТmega8535 микроконтроллерининг кириш/чиқиш регистрлари

Номи	Адреси	Функцияси
SREG	\$3F (\$5F)	Ҳолат регистри
SPH	\$3E (\$5E)	Стекни кўрсатувчи катта байт
SPL	\$3D (\$5D)	Стекни кўрсатувчи кичик байт
OCR0	\$3C (\$5C)	ТО таймер/ҳисоблагичнинг мос келиш регистри
GICR	\$3B (\$5B)	Узилишларни бошқарувчи умумий регистр
GIFR	\$3A (\$5A)	Узилишлар байроғининг умумий регистри
TIMSK	\$39 (\$59)	Таймер/ҳисоблагичнинг узилишлар маскаси регистри
TIFR	\$38 (\$58)	Таймер/ҳисоблагичнинг узилишлар байроқлари регистри
SPMCR	\$37 (\$57)	Дастур хотирасига амалларни ёзиш ҳолати ва бошқаруви регистри
TWCR	\$36 (\$56)	TWI ни бошқариш регистри
MCUCR	\$35 (\$55)	Микроконтроллерни бошқариш регистри
MCUCSR	\$34 (\$54)	Микроконтроллерни бошқариш ва ҳолат регистри
TCCR0	\$33 (\$53)	ТО таймер/ҳисоблагични бошқариш регистри
TCNT0	\$32 (\$52)	ТО таймер/ҳисоблагичнинг ҳисоб регистри
OSCCAL	\$31 (\$51)	Такт генераторини калибровка қилиш регистри
SFIOR	\$30 (\$50)	Махсус функциялар регистри
TCCR1A	\$2F (\$4F)	Регистр А Т1 таймер/ҳисоблагични бошқариш
TCCR1B	\$2E (\$4E)	Регистр В Т1 таймер/ҳисоблагични бошқариш
TCNT1H	\$2D (\$4D)	Т1 таймер/ҳисоблагичнинг санок регистри, катта байт
TCNT1L	\$2C (\$4C)	Т1 таймер/ҳисоблагичнинг санок регистри, кичик байт
OCR1AH	\$2B (\$4B)	Т1 таймер/ҳисоблагичнинг мос келиш А регистри, катта байт
OCR1AL	\$2A (\$4A)	Т1 таймер/ҳисоблагичнинг мос келиш А регистри, кичик байт

OCR1BH	\$29 (\$49)	T1 таймер/ҳисоблагичнинг мос келиш В регистри, катта байт
OCR1BL	\$28 (\$48)	T1 таймер/ҳисоблагичнинг мос келиш В регистри, кичик байт
ICR1H	\$27 (\$47)	T1 таймер/ҳисоблагични ушлаб қолиш регистри, катта байт
ICR1L	\$26 (\$46)	T1 таймер/ҳисоблагични ушлаб қолиш регистри, кичик байт
TCCR2	\$25 (\$45)	T2 таймер/ҳисоблагични бошқариш регистри
TCNT2	\$24 (\$44)	T2 таймер/ҳисоблагични санок регистри
OCR2	\$23 (\$43)	T2 таймер/ҳисоблагични мос келиш регистри
ASSR	\$22 (\$42)	Асинхрон режим ҳолати регистри
WDTCR	\$21 (\$41)	Қўриқчи таймерни бошқариш регистри
UBRRH	\$20 (\$40)	USART ни узатиш тезлиги регистри, катта байт
UCSRC		USART ҳолатини бошқариш регистри
EEARH	\$1F (\$3F)	EEPROM адреси регистри, катта байт
EEARL	\$1E (\$3E)	EEPROM адреси регистри, кичик байт
EEDR	\$1D (\$3D)	EEPROM маълумотлари регистри
EECR	\$1C (\$3C)	EEPROM бошқаруви регистри
PORTA	\$1B (\$3B)	А порт маълумотлари регистри
DDRA	\$1A (\$3A)	А порт маълумотлари йўналиши регистри
PINA	\$19 (\$39)	А порт чиқишлари
PORTB	\$18 (\$38)	В порт маълумотлари регистри
DDRB	\$17 (\$37)	В порт маълумотлари йўналиши регистри
PINB	\$16 (\$36)	В порт чиқишлари
PORTC	\$15 (\$35)	С порт маълумотлари регистри
DDRC	\$14 (\$34)	С порт маълумотлари йўналиши регистри
PINC	\$13 (\$33)	С порт чиқишлари
PORTD	\$12 (\$32)	Д порт маълумотлари регистри
DDRD	\$11 (\$31)	Д порт маълумотлари йўналиши регистри
PIND	\$10 (\$30)	Д порт чиқишлари
SPDR	\$0F (\$2F)	SPI маълумотлари регистри
SPSR	\$0E (\$2E)	SPI ҳолатлари регистри
SPCR	\$0D (\$2D)	SPI бошқаруви регистри
UDR	\$0C (\$2C)	USART маълумотлари регистри
UCSRA	\$0B (\$2B)	USART ҳолат ва бошқаруви А регистри
UCSRB	\$0A (\$2A)	USART ҳолат ва бошқаруви В регистри
UBRRL	\$09 (\$29)	USART ни узатиш тезлиги регистри, кичик байт
ACSR	\$08 (\$28)	Аналог компаратор ҳолат ва бошқаруви регистри
ADMUX	\$07 (\$27)	APЎ мультимплексорини бошқариш регистри
ADCSRA	\$06 (\$26)	APЎ ҳолат ва бошқаруви А регистри
ADCH	\$05 (\$25)	APЎ маълумотлар регистри, катта байт
ADCL	\$04 (\$24)	APЎ маълумотлар регистри, кичик байт

TWDR	\$03 (\$23)	TWI маълумотлари регистри
TWAR	\$02 (\$22)	TWI адреси регистри
TWSR	\$01 (\$21)	TWI ҳолати регистри
TWBR	\$00 (\$20)	TWI узатилиш тезлиги регистри

Маълумотлар ТХҚ да стек ташкил қилиниши мумкин. Бу стекни ишлатиш учун стекни кўрсатувчи инициализация қилиниши зарур (SPH:SPL кириш/чиқиш регистри жуфтлиги). Стекка маълумот ёзиш хотира адресининг камайиши йўналишида амалга оширилади. Стекка дастур қисмиси чақирилганида ёки узилишлар генерация қилинганда қайтариш адреси автоматик тарзда киритилади. Шунингдек дастурий йўл билан стека киритиш буйруғи (PUSH) ва стекдан чиқариш буйруғи (POP) ёрдамида ихтиёрий маълумотни ўқиш ёки киритиш мумкин.

Тайёр тизимнинг ишлаши жараёнида ўзгариши мумкин бўлган турли маълумотларни (калибровка константалари, серия рақамлари ва х.к.) узоқ муддат сақлаш учун микроконтроллерларда ўрнатма EEPROM хотира ишлатилиши мумкин. Унинг хажми турли моделлар учун 256 байтдан 4 Кбайтгача бўлиши мумкин. Бу хотира алоҳида адрес мухотида жойлашган бўлиб, унга уланиш учта кириш/чиқиш регистри (адрес, маълумотлар, бошқариш) ёрдамида амалга оширилади.

EEAR (EEPROM Address Register) адрес регистри физик жихатдан икки КЧР да — EEARN:EEARL жойлашган. Бу регистрга мурожат қилинадиган катакча адреси юкланади. Адрес регистри ҳам ёзиш учун, ҳам ўқиш учун очиқ хисобланади. EEARN регистрида фақат кичик битлар ишлатилади (ажратилган битлар сони EEPROM хотира хажмига боғлиқ).

EEARN регистрининг ишлатилмаётган битлари фақат ўқиш учун очиқ бўлиб, улар ноллардан таркиб топган. EECR (EEPROM Control Register) бошқарув регистри EEPROM хотирага уланишни бошқариш учун ишлатилади.

ХУЛОСА

“ATMEL” фирмасининг MEGA оиласи AVR микроконтроллерлари архитектураси ва улар тўғрисида маълумотлар келтирилди. Хозирги вақтда ягона базавий архитектура доирасида AVR микроконтроллерлари бир қанча туркум оилаларга бўлинади. Улар орасида асосийлари:

- Classic AVR (ишлаб чиқаришдан ечилмоқда);
- Tiny AVR;
- Mega AVR;
- махсус соҳаларда қўлланилиш учун Mega AVR.

Mega оиласи микроконтроллерларининг аксариятида дастур хотираси иккита тенг бўлмаган мантикий қисмларга ажратилган: амалий дастур соҳаси ва юкловчи соҳаси. Юкловчи соҳада махсус дастур (юклагич) жойлашиши мумкин бўлиб, бу дастур микроконтроллерга мустақил равишда амалий дастурларни юклаш ва бўшатишни бошқариш имконини беради. Агарда микроконтроллернинг ўз-ўзини дастурлаш имкони ишлатилмаса, амалий дастур юкловчи соҳага ҳам жойлашиши мумкин.

2. AVR-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛАРИНИНГ БУЙРУҚЛАР ТИЗИМИ

2.1. Буйруқлар тизимининг хусусиятлари

Mega оиласи AVR микроконтроллерларининг буйруқлар тизими анчайин ривожланган бўлиб, турли моделларда 130-135 тадан турли инструкциялардан иборат. AVR микроконтроллерлари RISC архитектурали (қисқартirilган буйруқлар тўпламига эга процессор) микроконтроллер бўлишига қарамай амалга оширилган инструкциялар сони ва уларнинг ранг барангликлари бўйича улар кўпроқ CISC архитектурали (тўлиқ буйруқлар тўпламига эга процессор) микроконтроллерларга ўхшайдилар. Деярли ҳар бир буйруқ (операндларидан бири 16-битли адрес бўлган буйруқлардан ташқари) дастур хотирасининг битта катакчасини эгаллайди. Бу натижага процессорнинг буйруқлар сонининг қисқартирилиши эвазига эмас, балки дастур хотираси разрядининг оширилиши ҳисобига эришилган.

Ихтиёрий микроконтроллер учун ёзилган дастур ўзида дастур хотирасида ёзилган буйруқлар кетма-кетлигини акс эттиради. Аксарият буйруқлар бажарилиш жараёнида бир ёки бир неча умум таъсис этилган регистрлар, кириш/чиқиш регистри ёки ТХҚ катакчаси ташкил этувчиларини ўзгартиради.

Кириш/чиқиш регистрларига уланиш буйруқлар операндлари ҳисобланадиган регистрларнинг адреслари орқали амалга оширилади. Бироқ дастурларни ёзганда регистрларга мурожат қилишда адресларнинг сонли қийматларидан фойдалангандан кўра ҳужжатларда қабул қилингандек символли отлардан фойдаланиш қулайроқ. Ушбу отларнинг реал адресларига мослигини таъминлаш учун дастур аввалида (INCLUDE ассемблер директиви ёрдамида) кириш/чиқиш регистрларининг адресларини аниқлаш файли улаш зарур. Булардан ташқари бундай ечим дастурий таъминот воситасини бир турдаги кристаллдан бошқасига кўчиришни осонлаштиради. Ушбу файллар (ҳар бир микроконтроллерлар оиласи учун) Atmel фирмаси томонидан микроконтроллерлар ҳужжатлари билан биргаликда. Индексли

регистрларда ишлатиладиган УҚР учун бу файлларда шунингдек қўшимча символли исмлар XH, XL, YH, YL, ZH, ZL, белгиланади.

Ушбу файлларнинг номланиши унификация қилинган ва қуйидаги тартибда аниқланади: <модел рақами>def.inc

Масалан, ATmega8535 микроконтроллерининг дастури қуйидаги ассемблер директивсига эга бўлиши зарур:

```
.include "m8535def.inc"
```

Фақат шуни эсда тутиш зарурки, агар кириш/чиқиш регистрига ТХҚ билан маълумот алмашиш буйруғи ишлатилаётган бўлса, символ номига \$20 сонини қўшиш зарур.

Кўп ҳолларда операнд манбанинг қиймати регистрда эмас, балки амал кодида сақланиши мумкин. Бу операнд-манба сифатида константа ишлатилган ҳолда содир бўлади.

2.2. Адреслаш усуллари

Mega оиласи AVR микроконтроллерлари маълумот хотирасининг турли қисмларига уланишнинг 8 та усулини қўллаб қувватлайди (УҚР, КЧР, ТХҚ). 4та усул бевосита адреслашнинг турли усуллари сифатида тавсифланади: битта УҚР нинг бевосита адресланиши, иккита УҚР нинг бевосита адресланиши, КЧР нинг бевосита адресланиши, ТХҚ нинг бевосита адресланиши. УҚР ва КЧР га асосланган буйруқлар кодларида мос равишда 5 битли ва 6 битли регистр кодлари кўрсатилади. ТХҚ га бевосита адреслаш буйруқлари – LDS ва STS байт маълумотни бир УҚР дан ТХҚ катакчасига узатилишини таъминлайди ва дастур хотирасида икки сўз (32 бит) ни эгаллайди. Уларнинг биринчисида амал коди ва УҚР адреси, иккинчисида хотира катакчаси адреси жойлашган бўлади.

Билвосита адреслашда хотира ячейкаси адреси X, Y ва Z индексли регистрларининг бирида жойлашган бўлади. Индексли регистр ташкил этувчиси устида бажариладиган қўшимча манипуляцияларга боғлиқ ҳолда

билвосита адреслашнинг 4 та тури фарқланади: оддий билвосита адреслаш, нисбий билвосита адреслаш, декремент олди билвосита адреслаш ва инкремент орти билвосита адреслаш.

Оддий билвосита адреслаш буйруқлари ишлатилганида адреси индексли регистрда жойлашган хотира ячейкасига мурожат қилинади. Бунда индексли регистр таркибига ҳеч қандай ўзгартириш киритилмайди. Микроконтроллерлар оддий билвосита адреслашнинг 6 та (ҳар бир индексли регистрда иккитадан) буйруғини ишлатадилар: LD Rd, X/Y/Z (байтнинг ТХҚ дан УҚР га узатилганида) ва ST X/Y/Z, Rd (байтнинг УҚР дан ТХҚ га узатилганида).

Нисбий билвосита адреслаш буйруқлари ишлатилганида мурожат қилинаётган хотира ячейкаси адреси индексли регистр (Y ёки Z) таркибининг буйруқда белгиланадиган константа билан йиғиндиси орқали аниқланади. Мега оиласи микроконтроллерлари нисбий билвосита адреслашнинг 4 та буйруғини қўллайди (иккитаси Y ва иккитаси Z регистри учун): LDD Rd, Y+q/Z+q (байтнинг ТХҚ дан УҚР га узатилганида) ва ST Y+q/Z+q, Rr (байтнинг УҚР дан ТХҚ га узатилганида). Буйруқ кодида сурилиш қиймати учун фақатгина 6 бит ажратилганлиги сабабли, у 64 дан ортиб кета олмайди. Декремент олди билвосита адреслаш буйруқлари ишлатилганида индексли регистр таркиби аввал 1 га камаяди, сўнг сўнг қабул қилинган адрес бўйича мурожат бошланади. Оила микроконтроллерлари 6 та декремент олди билвосита адреслаш буйруқни қўллайдилар (ҳар бир индексли регистрга 2 тадан): LD Rd, -X/-Y/-Z (байтнинг ТХҚ дан УҚР га узатилганида) ва ST -X/-Y/-Z, Rd (байтнинг УҚР дан ТХҚ га узатилганида).

Инкремент орти билвосита адреслаш буйруқлари ишлатилганида индексли регистрда жойлашган адресга мурожат қилинишидан кейин индексли регистр таркиби 1 га ортади. Оила микроконтроллерлари 6 та декремент олди билвосита адреслаш буйруқни қўллайдилар (ҳар бир индексли регистрга 2 тадан): LD Rd, X+/Y+/Z+ (байтнинг ТХҚ дан УҚР га узатилганида) ва ST X+/Y+/Z+ (байтнинг УҚР дан ТХҚ га узатилганида).

Узатишни бошқариш буйруқларида шунингдек турли маълумот хотираси адреслаш усуллари ишлатилиши мумкин. Шундай қилиб, Mega оиласи микроконтроллерлари учта сўзсиз ўтиш буйруқларига эга: RJMP нисбий ўтиш буйруғи, JMP абсолют ўтиш буйруғи, шунингдек IJMP билвосита ўтиш буйруғи.

Нисбий кўчиш буйруғи бажарилганида хисоблагич қиймати буйруқ операнди бўлиб хисобланадиган қандайдир қийматнинг қўшилиши ёки айрилиши билан ўзгаради. Операнд қиймати бўлиб хисобланган сўз қиймати учун атиги 12 бит ажратилганлиги сабабли бу буйруқ ёрдамида фақатгина - 2047 дан +2048 сўз чегарасида ўтиш мумкин. Дастурларда бу буйруқ сифатида константлар ўрнига муҳрлар ишлатилади. Ассемблер дастурининг ўзи ўтиш катталигини ўлчайди ва бу қийматни буйруқ сўзига қўяди.

Абсолют ўтиш буйруғи бажарилганида буйруқлар хисоблагичига шунчаки буйруқ операнди хисобланадиган янги адрес қиймати юкланади. Бу буйруқ икки машина сўзи узунлигига эга. Адреснинг максимал қиймати \$3FFFFFF га тенг эканлиги сабабидан бу буйруқ ёрдамида бугунги кунда AVR микроконтроллерлари эга бўлган барча адреслар соҳасида ўзгара олади.

Билвосита ўтиш буйруғи бажаоилганида Z индексли регистрида жойлашган адрес бўйича ўтиш амалга оширилади. Шу сабабдан буйруқни бажариш жараёни буйруқлар хисоблагичининг индекс регистри таркиби билан юкланишига олиб келади. Индексли регистр 16 битли бўлганлиги сабабли ўтишнинг максимал қиймати 128 Кбайтни ташкил этади.

Сўзсиз ўтишлар амалга оширилганидаги каби, Mega оиласи микроконтроллерларида дастурларни чақирувчи учта буйруқ мавжуд: RCALL нисбий чақирув буйруғи, CALL абсолют чақирув буйруғи ва ICALL билвосита чақирув буйруғи. Ушбу буйруқлар мос равишда сўзсиз ўтиш буйруқлари каби ишлайдилар, бироқ ўтиш амалга оширилиши олдидан стекда дастурдан қайтиш адреси (буйруқлар хисоблагичининг айна дамдаги қиймати) сақланиб қолади. Ҳар бир дастур қисмининг ортида ундан қайтиш буйруғи бўлиши керак. Оила микроконтроллерлари буйруқлар тизимида

бундай иккита буйруқлар мавжуд. Дастур қисмилар чақирув буйруқлари ёрдамида чақириладиган оддий дастур қисмидан қайтиш учун RET буйруғи ишлатилади. Узилишларни қайта ишлаш дастур қисмидан қайтиш учун RETI буйруғи ишлатилади. Бу иккала буйруқлар ҳам дастур қисмига киришдан аввал стекда сақлаб қўйилган буйруқ ҳисоблагичи таркибини қайта тиклайди. RETI дастур қисмидан қайтиш буйруғи SREG ҳолат регистрининг умумий руҳсат этилган 1- байроғига қўшимча узилишлар ҳолатини қўшади ва бу узилишлар содир бўлганида аппарат томонидан олиб ташланади.

AVR микроконтроллерларининг шартли ўтиш буйруқларида фақатгина нисбий адресация ишлатилади, сурилиш қийматида эса буйруқ сўзида атиги 7 бит ажратилади, шу сабабли ўтишнинг максимал қиймати -63 дан $+64$ сўзгача ўзгара олади. Бундан ташқари, “текшириш/ўтказиш” каби буйруқлар мавжуд. Уларда натижаси кейинги буйруқнинг бажарилишига таъсир қилувчи шароит текширилади. Агар шароит тўғри бўлса, кейинги буйруқ рад қилинади.

2.3. Буйруқлар турлари ва қўринишлари

Mega оиласи AVR микроконтроллерининг барча мумкин бўлган буйруқларини бир неча гуруҳларга бўлиш мумкин:

- мантиқий амаллар буйруқлари;
- арифметик амаллар ва силжиш буйруқлари;
- байтли амаллар буйруқлари;
- маълумотларни узатиш буйруқлари;
- бошқарувни узатиш буйруқлари;
- тизимни бошқариш буйруқлари.

Қуйида ҳар бир буйруқ гуруҳи қисқача тавсифланган.

Мантиқий амаллар буйруқлари (2.1-жадвал) байтлар устида стандарт мантиқий амалларни бажариш имконини беради. Буларга мантиқий

кўпайтириш (ВА), мантикий кўшиш (ЁКИ), «инкор этувчи ЁКИ», шунингдек тескари (1 гача кўшиш) ва кўшимча (2 гача кўшиш) код сонларини ҳисоблаш. Бу гуруҳга регистрни тозалаш/ўрнатиш ва ярим байтларни қайта кўйиш буйруғини кўшиш мумкин. Амаллар УҚР орасида ёки константа регистри орасида бажарилади; натижа УҚР да сақланади.бу гуруҳнинг барча буйруқлари битта тактда бажарилади.

2.1-жадвал.

Мантикий буйруқлар

Мнемоника	тавсиф	амал	байроқлар
AND Rd, Rr	«Мантикий ВА» икки УҚР	$Rd = Rd \cdot Rr$	Z,N,V
ANDI Rd, K *	«Мантикий ВА» УҚР ва констатта	$Rd = Rd \cdot K$	Z,N,V
EOR Rd, Rr	«Инкор этувчи ЁКИ» икки УҚР	$Rd = Rd \oplus Rr$	Z,N,V
OR Rd, Rr	«Мантикий ЁКИ» икки УҚР	$Rd = Rd \vee Rr$	Z,N,V
ORI Rd, K *	«Мантикий ЁКИ» УҚР ва констатта	$Rd = Rd \vee K$	Z,N,V
COM Rd	Тескари кодга айлантириш	$Rd = \$FF - Rd$	Z,C,N,V
NEG Rd	Кўшимча кодга айлантириш	$Rd = \$00 - Rd$	Z,C,N,V,H
CLR Rd	УҚР нинг барча битларини ташлаб юбориш	$Rd = Rd \oplus Rd$	Z,N,V
SER Rd *	УҚР нинг барча битларини ўрнатиш	$Rd = \$FF$	-
TST Rd	УҚР ни манфий ёки нол қийматга текшириш	$Rd \cdot Rd$	Z,N,V
SWAP Rd	УҚР ярим байтлари жойларини алмаштириш	$Rd(3...0) =$ $Rd(7...4),$ $Rd(7...4) =$ $Rd(3...0)$	-
$0 \leq d \leq 31, 0 \leq r \leq 31, 0 \leq K \leq 255$ (*ANDI, ORI ва SER буйруқларида: $16 \leq d \leq 31$)			

Арифметик амаллар ва сурилиш буйруқлари гуруҳига (3-жадвал) айирма, сурилиш (ўнгга ва чапга), инкрементлаш, декрементлаш, шунингдек кўпайтириш каби асосий амалларни бажариш имконини берувчи буйруқлар киради. Барча амаллар фақат умум таъсис этилган регистрлар устида бажарилади. Бунда AVR микроконтроллерлари ҳам белгили, ҳам белгисиз

сонлар билан осон амал бажара олади, шунингдек қўшимча кодда тасвирланган сонлар билан ишлай олади. Кўриб чиқиладиган гуруҳнинг деярли барча буйруқлари битта такт мобайнида бажарилади. Кўпайтириш ва 2-байтли қийматлар билан бажарилувчи амаллар икки тактда бажарилади.

2.2-жадвал.

Арифметик ва слишли буйруқлар

Мнемоника	Тавсиф	амал	Байрок
ADD Rd, Rr	Икки УҚР нинг йиғиндиси	$Rd = Rd + Rr$	Z,C,N,V,H
ADC Rd, Rr	Икки УҚР нинг сурилишли йиғиндиси	$Rd = Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H
ADIW Rd, K **	Регистр жуфтлигининг константа билан йиғиндиси	$Rd+1:Rd = Rd+1:Rd + K$	Z,C,N,V,S
SUB Rd, Rr	Икки УҚР нинг айирмаси	$Rd = Rd - Rr$	Z,C,N,V,H
SUBI Rd, K *	УҚР дан константанинг айирмаси	$Rd = Rd - K$	Z,C,N,V,H
SBC Rd, Rr	Икки УҚР нинг заёмли айирмаси	$Rd = Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H
SBCI Rd, K *	УҚР дан константанинг заёмли айирмаси	$Rd = Rd - K - C$	Z,C,N,V,H
SBIW Rd, K **	Регистр жуфтлигидан константанинг айирмаси	$Rd+1:Rd = Rd+1:Rd - K$	Z,C,N,V,S
DEC Rd	УҚР ни декрементлаш	$Rd = Rd - 1$	Z,N,V
INC Rd	УҚР ни инкрементлаш	$Rd = Rd + 1$	Z,N,V
ASR Rd	Ўнгга арифметик сурилиш	$Rd(n) = Rd(n+1), n = 0..6$	Z,C,N,V
LSL Rd	Чапга мантикий сурилиш	$Rd(n+1) = Rd(n), Rd(0) = 0$	Z,C,N,V
LSR Rd	Ўнгга мантикий сурилиш	$Rd(n) = Rd(n+1), Rd(7) = 0$	Z,C,N,V
ROL Rd	Чапга кўчишли сурилиш	$Rd(0) = C, Rd(n+1) = Rd(n), C = Rd(7)$	Z,C,N,V
ROR Rd	Ўнгга кўчишли сурилиш	$Rd(7) = C, Rd(n) = Rd(n+1), C = Rd(0)$	Z,C,N,V
MUL Rd, Rr	Белгисиз сонларни кўпайтириш	$R1:R0 = Rd * Rr$	Z,C
MULS Rd, Rr *	Белгили сонларни кўпайтириш	$R1:R0 = Rd * Rr$	Z,C
MULSU Rd, Rr	Белгисиз сонни белгили	$R1:R0 = Rd * Rr$	Z,C

***	сонга кўпайтириш		
FMUL Rd, Rr ***	Бутун белгисиз сонларни кўпайтириш	$R1:R0 = (Rd * Rr) \ll 1$	Z, C
FMULS Rd, Rr ***	Бутун белгили сонларни кўпайтириш	$R1:R0 = (Rd * Rr) \ll 1$	Z, C
FMULSU Rd, Rr ***	Бутун белгисиз сонни бутун белгили сонга кўпайтириш	$R1:R0 = (Rd * Rr) \ll 1$	Z, C
$0 \leq d \leq 31, 0 \leq r \leq 31, 0 \leq K \leq 255$ (*SUBI, SBCI, MULS буйруқларида: $16 \leq d \leq 31, 16 \leq r \leq 31$; ** ADIW, SBIW буйруқларида: $d = \{24, 26, 28, 30\}, 0 \leq K \leq 63$; *** MULSU, FMUL, FMULS, FMULSU буйруқларида $16 \leq d \leq 23, 16 \leq r \leq 23$)			

Битли амаллар буйруқлари гуруҳларга (2.3-жадвал) УҚР ёки КЧР белгиланган битини ўрнатиш ёки ташлаб юборишни бажарувчи буйруқлар киради. Бунда SREG ҳолат регистри битларини ўзгартириш учун алоҳида буйруқлар мавжуд (аниқроқ айтганда, умумий буйруқларнинг эквивалент мнематик қийматлари), сабаби айнан ушбу регистрнинг битлари ҳолати кўпинча текширилади.

2.3-жадвал.

Битли амаллар буйруқлари

мнемоника	тавсиф	амал	Байроқ
CBR Rd, K *	УҚР бит(лар)ини ташлаб юбориш	$Rd = Rd \cdot (\$FF - K)$	Z, N, V
SBR Rd, K *	УҚР бит(лар)ини ўрнатиш	$Rd = Rd \vee K$	Z, N, V
CBI P, b	КЧР битини ташлаб юбориш	$P.b = 0$	-
SBI P, b	КЧР битини ўрнатиш	$P.b = 1$	-
BCLR s	Байроқни ташлаб юбориш	$SREG.s = 0$	SREG.s
BSET s	Байроқни ўрнатиш	$SREG.s = 1$	SREG.s
BLD Rd, b	T байроғидан (SREG) УҚР битини юклаш	$Rd.b = T$	-
BST Rr, b	T байроғига (SREG) УҚР битини ёзиш	$T = Rr.b$	T
CLC	Кўчиш байроғини ташлаб юбориш	$C = 0$	C
SEC	Кўчиш байроғини ўрнатиш	$C = 1$	C
CLN	Манфий сон байроғини ташлаб юбориш	$N = 0$	N
SEN	Манфий сон байроғини ўрнатиш	$N = 1$	N

CLZ	Нол байроғини ташлаб юбориш	$Z = 0$	Z
SEZ	Нол байроғини ўрнатиш	$Z = 1$	Z
CLI	Узилишларни умумий таъқиқлаш	$I = 0$	I
SEI	Узилишларга умумий рухсат	$I = 1$	I
CLS	Белги байроғини ташлаб юбориш	$S = 0$	S
SES	Белги байроғини ўрнатиш	$S = 1$	S
CLV	Қўшимча коднинг тўлганлик байроғини ташлаб юбориш	$V = 0$	V
SEV	Қўшимча коднинг тўлганлик байроғини ўрнатиш	$V = 1$	V
CLT	T байроғини ташлаб юбориш	$T = 0$	T
SET	T байроғини ўрнатиш	$T = 1$	T
CLH	Ярим кўчиш байроғини ташлаб юбориш	$H = 0$	H
SEH	Ярим кўчиш байроғини ўрнатиш	$H = 1$	H
$0 \leq d \leq 31, 0 \leq r \leq 31, 0 \leq b \leq 7, 0 \leq s \leq 7, 0 \leq K \leq 255$ (*CBR, SBR буйруқларида: $16 \leq d \leq 31$)			

КЧР нинг барча ишлатилаётган битлари ўзларининг символли номларига эга. Бу номларнинг таърифи регистрларнинг адреслари символли номларининг таърифи жойлашган файлда бўлади. Мос равишда, дастурга кўрсатилган файлнинг қўшилганидан сўнг буйруқларда битларнинг сонли қийматлари ўрнига уларнинг символли номларини кўрсатиш мумкин бўлади. Шунинг ёдда тутиш зарурки, CBR ва SBR буйруқларда операнд бўлиб бит рақами эмас, бит маскаси ҳисобланади. Бит рақамидан бит маскасини аниқлаш учун қуйидаги мисолда келтирилгани каби “чапга суриш” ассемблер операторидан фойдаланиш зарур:

sbr rl6, (1<<SE) + (1<<SM)

out MCUCR, rl6; MCUCR регистрининг байроқларини ўрнатиш бу гуруҳ буйруқларининг барчасига бажарилиш учун 1 такт талаб қилинади. Фақатгина КЧР битининг ўрнатиш/ташлаб юбориш буйруқлари истесно сифатида 2 та тактда бажарилади.

Маълумотларни жўнатиш буйруқлари (5-жадвал) маълумотлар хотираси арресли муҳитида жойлашган каттакчалар таркибининг узатилишига мўлжалланган.

Маълумотларни жўнатиш буйруқлари

Мнемоника	Тавсиф	Амал	байроқлар
MOV Rd, Rr	УҚР лари орасидаги жўнатма	$Rd = Rr$	-
MOVW Rd, Rr	2 байтли қийматларнинг жўнатмаси	$Rd+1:Rd = Rr+1:Rr$	-
LDI Rd, K *	УҚР га константани юклаш	$Rd = K$	-
LD Rd, X	Билвосита ўқиш	$Rd = [X]$	-
LD Rd, X+	Постинкрементли билвосита ўқиш	$Rd = [X], X = X + 1$	-
LD Rd, -X	Дикремент олди билвосита ўқиш	$X = X - 1, Rd = [X]$	-
LD Rd, Y	Билвосита ўқиш	$Rd = [Y]$	-
LD Rd, Y+	Постинкрементли билвосита ўқиш	$Rd = [Y], Y = Y + 1$	-
LD Rd, -Y	Дикремент олди билвосита ўқиш	$Y = Y - 1, Rd = [Y]$	-
LDD Rd, Y+q	Нисбий билвосита ўқиш	$Rd = [Y + q]$	-
LD Rd, Z	Билвосита ўқиш	$Rd = [Z]$	-
LD Rd, Z+	Постинкрементли билвосита ўқиш	$Rd = [Z], Z = Z + 1$	-
LD Rd, -Z	Дикремент олди билвосита ўқиш	$Z = Z - 1, Rd = [Z]$	-
LDD Rd, Z+q	Нисбий билвосита ўқиш	$Rd = [Z + q]$	-
LDS Rd, k	Билвосита ТХҚ дан ўқиш	$Rd = [k]$	-
ST X, Rr	Билвосита ёзиш	$[X] = Rr$	-
ST X+, Rr	Постинкрементли билвосита ёзиш	$[X] = Rr, X = X + 1$	-
ST -X, Rr	Дикремент олди билвосита ёзиш	$X = X - 1, [X] = Rr$	-
ST Y, Rr	Билвосита ёзиш	$[Y] = Rr$	-
ST Y+, Rr	Постинкрементли билвосита ёзиш	$[Y] = Rr, Y = Y + 1$	-
ST -Y, Rr	Дикремент олди билвосита ёзиш	$Y = Y - 1, [Y] = Rr$	-
STD Y+q, Rr	Нисбий билвосита ёзиш	$[Y + q] = Rr$	-
ST Z, Rr	Билвосита ёзиш	$[Z] = Rr$	-
ST Z+, Rr	Постинкрементли билвосита ёзиш	$[Z] = Rr, Z = Z + 1$	-
ST -Z, Rr	Дикремент олди билвосита ёзиш	$Z = Z - 1, [Z] = Rr$	-

STD Z+q, Rr	Нисбий билвосита ёзиш	$[Z + q] = Rr$	-
STS k, Rr	Бевосита ТХҚ га ёзиш	$[k] = Rr$	-
LPM	Маълумотларни дастур хотирасидан юклаш	$R0 = \{Z\}$	-
LPM Rd, Z	Маълумотларни дастур хотирасидан юклаш	$Rd = \{Z\}$	-
LPM Rd, Z+	Маълумотларни дастур хотирасидан юклаш	$Rd = \{Z\}, Z = Z + 1$	-
SPM	Дастур хотирасига ёзиш	$\{Z\} = R1:R0$	-
IN Rd, P	КЧР дан УҚР га жўнатма	$Rd = P$	-
OUT P, Rr	УҚР дан КЧР га жўнатма	$P = Rr$	-
PUSH Rr	Стекда байтни сақлаш	$STACK = Rr$	-
POP Rd	Стектдан байтни чиқариб олиш	$Rd = STACK$	-
$0 \leq d \leq 31, 0 \leq r \leq 31, 0 \leq K \leq 255, 0 \leq k \leq 65535, 0 \leq q \leq 63, 0 \leq P \leq 63$ (*LDI буйруғида: $16 \leq d \leq 31$); $[]$ – маълумот хотираси таркиби; $\{\}$ – буйруқлар хотираси таркиби			

Адрес соҳасининг уч қисмга бўлиниши (УҚР, КЧР ва ТХҚ) ушбу гуруҳнинг буйруқларининг хилмаҳил бўлишига сабаб бўлди. Гуруҳ буйруқлари орқали амалга ошириладиган маълумотлар узатилиши қуйидаги йўналишларда амалга оширилиши мумкин:

- УҚР $\Leftrightarrow$ УҚР;
- УҚР $\Leftrightarrow$ КЧР;
- УҚР $\Leftrightarrow$ маълумотлар хотираси.

Шунингдек ушбу гуруҳга УҚР таркибини стекда сақлаб қолиш ва стекдан қайта тиклаш имконини яратувчи PUSH ва POP стек буйруқларини қўшса бўлади. ушбу гуруҳ буйруқларини бажариш учун буйруқ турига қараб биттадан учтагача такт талаб этилади.

Бошқарувни узатиш буйруқлар гуруҳига (2.5-жадвал) ўтиш буйруқлари, “текшириш/ўтказиш” туридаги ўз ортидан қандайдир шартни бажариш буйруғини олиб келувчи дастур қисмларини чақирув ва улардан буйруқларни қайтиб олиш буйруқлари киради. Шунингдек бу гуруҳга SREG регистри байроқларини шакллантирувчи ва шартли ўтиш буйруқлари билан мос ишлаш учун мўлжалланган солиштириш буйруқлари киради. Барча шартли ўтиш буйруқларини икки гуруҳга ажратиш мумкин. Биринчи гуруҳ

остида – умум таъсис этилган шартли ўтиш буйруқлари бўлади. Бу гуруҳга икки буйруқлар кирази — BRBS s, k ва BRBC s, k. Уларда SREG регистрининг тест қилинаётган байроғи аниқ белгиланади. Мас равишда ўтиш $SREG.s = 0$ (BRBC) ёки $SREG.s = 1$ (BRBS) бўлганида амалга оширилади.

2.5-жадвал.

Бошқарув узатиш буйруқлари

Мнемоника	тавсиф	Амал	Байроқ
RJMP k **	Нисбий сўзсиз ўтиш	$PC = PC + k + 1$	-
IJMP	Билвосита сўзсиз ўтиш	$PC = Z$	-
JMP k ***	Абсолют ўтиш	$PC = k$	-
RCALL k **	Нисбий дастур қисмини чакирув буйруғи	$STACK = PC,$ $PC = PC + k + 1$	-
ICALL	Билвосита дастур қисмини чакирув буйруғи	$STACK = PC, PC = Z$	-
CALL k ***	Абсолют дастур қисмини чакирув буйруғи	$STACK = PC, PC = k$	-
RET	Дастур қисмидан қайтариш	$PC = STACK$	-
RETI	Узилишларни қайта ишлашдан қайтариш	$PC = STACK$	I
CP Rd, Rr	УҚР ни солиштириш	$Rd - Rr$	Z,N,V,C,H
CPC Rd, Rr	Ўтишни ҳисобга олган ҳолда УҚР ни солиштириш	$Rd - Rr - C$	Z,N,V,C,H
CPI Rd, K *	УҚР ни константа билан солиштириш	$Rd - K$	Z,N,V,C,H
CPSE Rd, Rr	Тенгликда кейинги буйруқни солиштириш ва ўтказиш	агар $Rd = Rr$, у ҳолда $PC = PC + 2(3)$	-
SBRC Rr, b	УҚР бити ташлаб юборилганида кейинги буйруқни ўтказиш	агар $Rr.b = 0$, у ҳолда $PC = PC + 2(3)$	-
SBRS Rr, b	УҚР бити ўрнатилганида кейинги буйруқни ўтказиш	агар $Rr.b = 1$, у ҳолда $PC = PC + 2(3)$	-
SBIC P, b	КЧР бити ташлаб юборилганида кейинги буйруқни ўтказиш	агар $P.b = 0$, у ҳолда $PC = PC + 2(3)$	-
SBIS P, b	КЧР бити ўрнатилганида кейинги буйруқни ўтказиш	агар $P.b = 1$, у ҳолда $PC = PC + 2(3)$	-
BRBC s, k	SREG регистри байроғи ташлаб юборилганида ўтиш	агар $SREG.s = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRBS s, k	SREG регистри ўрнатилганида	агар $SREG.s = 1$, у	-

	юборилганида ўтиш	ҳолда $PC = PC + k + 1$	
BRCS k	Ўтказиш бўлса ўтиш	агар $C = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRCC k	Ўтказиш бўлмаса ўтиш	агар $C = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BREQ k	“Тенг” бўлса ўтиш	агар $Z = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRNE k	“Тенг” бўлмаса ўтиш	агар $Z = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRSN k	“Катта ёки тенг” бўлса ўтиш	агар $C = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRLO k	“кичик” бўлса ўтиш	агар $C = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRMI k	“манфий қиймат” бўлса ўтиш	агар $N = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRPL k	“мусбат қиймат” бўлса ўтиш	агар $N = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRGE k	“Катта ёки тенг” бўлса ўтиш (белгили сонлар)	агар $(N \square V) = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRLT k	“нолдан кичик” бўлса ўтиш (белгили сонлар)	агар $(N \square V) = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRHS k	Ярим ўтказиш бўйича ўтиш	агар $H = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRHC k	Ярим ўтказиш бўлмаса ўтиш	агар $H = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRTS k	T байроқ ўрнатилган бўлса ўтиш	агар $T = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRTC k	T байроқ ташланган бўлса ўтиш	агар $T = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRVS k	Қўшимча код тўлгани бўлса ўтиш	агар $V = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRVC k	Қўшимча код тўлмаган бўлса бўлса ўтиш	агар $V = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRID k	Узилишлар таъқиқланган бўлса ўтиш	агар $I = 0$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
BRIE k	Узилишлар таъқиқланмаган бўлса ўтиш	агар $I = 1$, у ҳолда $PC = PC + k + 1$	-
$0 \leq d \leq 31, 0 \leq r \leq 31, 0 \leq b \leq 7, 0 \leq s \leq 7, 0 \leq K \leq 255, -64 \leq k \leq 63, 0 \leq P \leq 31$ (*CPI буйруқда: $16 \leq d \leq 31$; ** RJMP, RCALL буйруқда: $-2048 \leq k \leq +2047$; ***JMP, CALL буйруқда: $0 \leq k \leq 4M$)			

Бошқа гуруҳ остини ҳар бири қандайдир конкрет шартда ўтишни амалга оширувчи 18 та махсус буйруқлар ташкил қилади.

Бошқарувни узатиш буйруқлари асосий дастурнинг линияли ишини бузади, шу сабабли бу гуруҳ буйруқларининг ҳар бир бажарилиш сўнгида конвеернинг нормал ишлаши бузилади. Натижада буйруқни бажаришга биттадан кўп такт сарфланади.

Тизимни бошқариш буйруқлари гуруҳига атиги 4 та буйруқ киради:

- NOP — бўш буйруқ;
- SLEEP — микроконтроллерни камайтирилган энерго сарфлаш режимига ўтказиш;
- WDR — кўрикчи таймерни тозалаш;
- BREAK — схема ичи хатоликлардан тўғрилашда ишлатиладиган буйруқ.

Бу гуруҳнинг барча буйруқлари, охиригисидан ташқари битта трактда амалга оширилади.

ХУЛОСА

Mega оиласи AVR микроконтроллерининг барча мумкин бўлган буйруқларини бир неча гуруҳларга бўлиш мумкин:

- мантикий амаллар буйруқлари;
- арифметик амаллар ва силжиш буйруқлари;
- байтли амаллар буйруқлари;
- маълумотларни узатиш буйруқлари;
- бошқарувни узатиш буйруқлари;
- тизимни бошқариш буйруқлари.

Қуйида ҳар бир буйруқ гуруҳи ушбу бўлимда қисқача тавсифланган.

Mega оиласи AVR микроконтроллерлари маълумот хотирасининг турли қисмларига уланишнинг 8 та усулини қўллаб қувватлайди (УҚР, КЧР, ТХҚ). 4та усул бевосита адреслашнинг турли усуллари сифатида тавсифланади: битта УҚР нинг бевосита адресланиши, иккита УҚР нинг

бевосита адресланиши, КЧР нинг бевосита адресланиши, ТХҚ нинг бевосита адресланиши.

Ихтиёрий микроконтроллер учун ёзилган дастур ўзида дастур хотирасида ёзилган буйруқлар кетма-кетлигини акс эттиради. Аксарият буйруқлар бажарилиш жараёнида бир ёки бир неча умум таъсис этилган регистрлар, кириш/чиқиш регистри ёки ТХҚ катакчаси ташкил этувчиларини ўзгартиради.

3. AVR – STUDIO ИНТЕГРАЛЛАШГАН ДАСТУР МУҲИТИДА ДАСТУРЛАР ТУЗИШ

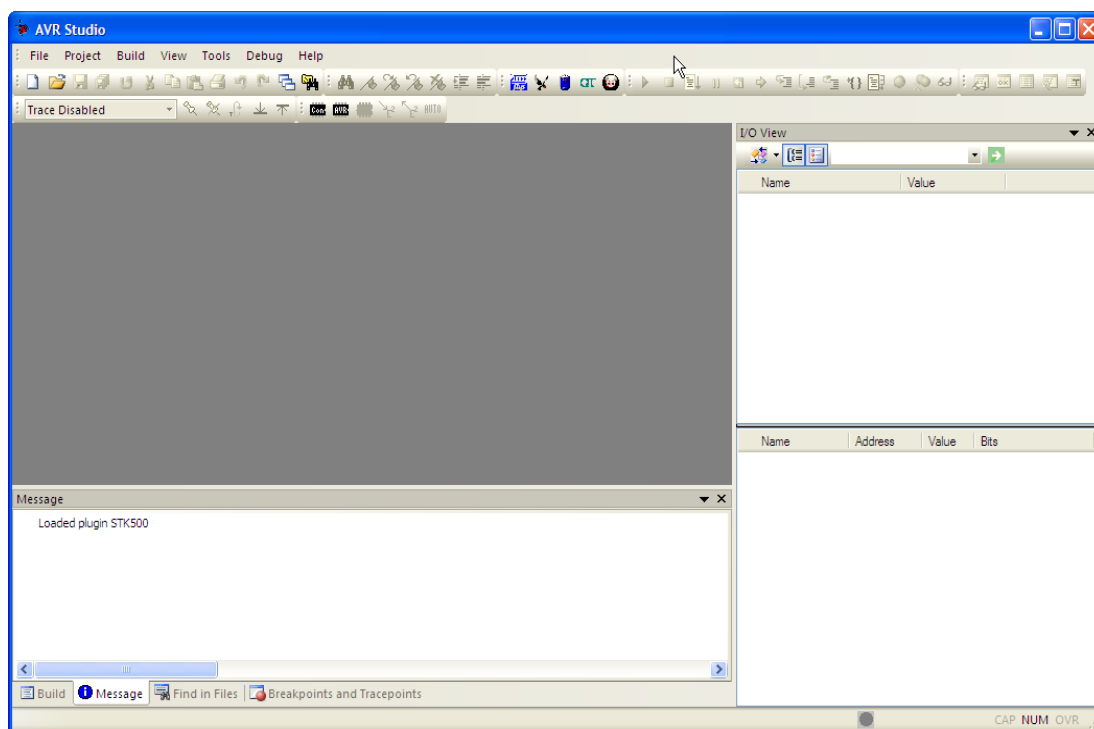
3.1 AVR - STUDIO дастурий пакетининг имкониятлари

“Atmel” фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Windows муҳитида ишловчи AVR –микроконтроллерлари учун дастурлар яратиш имконини берувчи пакет бу – AVR-Studio. AVR-Studio – бу дастурларни ишлаб чиқувчи интеграллашган муҳит бўлиб (Integrated Development Environment – IDE), ўзида AVR - микроконтроллерларининг ассемблер тили транслятори, схема ичи дастурлашни қўллаб-қувватлаш учун юқори поғона дастурий таъминоти ва хатоликлардан тўғрилаш функцияларини жамлаган. AVR-Studio созлагичи барча турдаги AVR микроконтроллерларини қўллайди ва икки ишлаш режимига эга: дастурий симмуляция режими ва “Atmel” фирмаси ишлаб чиқарган турли схема ичи симуляторларини бошқариш режими. Хатоликлардан тўғрилаш муҳити дастурларнинг бажарилишини ҳам ассемблер тили кўринишида, ҳам C тили бирламчи матни кўринишида қўллайди. AVR-Studio дастурий таъминот пакети эркин тарқатилади ва унинг сўнгги версиясини исталган вақтда Atmel фирмасининг расмий сайтидан юклаб олиш мумкин.

Лаборатория ишларига тайёрланаётган ва лаборатория комплекси учун мўлжалланган дастурларни дастлабки созлаётган талабалар учун AVR-Studio пакетидан фойдаланиш тавсия қилинади.

Лаборатория комплексини шунингдек реал вазифаларни хал қилишда ҳам қўллаш мумкин. Бу ҳолда битта иш жойи ишлатилади (қолган иш жойлари ўчирилиб қўйиши мумкин). Саккиз ойнали режимда шахсий компьютер мониторини ўчириб қўйилса ҳам бўлади. Шунингдек иш жойи клавиатурасидан фойдаланишдан ҳам воз кечса бўлади. Сабаби дастурни шахсий компьютерга киритиш ва уни тахрирлашни ўқитувчи клавиатураси

орқали амалга ошириш бир мунча қулайроқ. Иш жойи модули микроконтроллерга дастурни ёзиш учун ишлатилади.



3.1 расм Avr-Studio да ишчи панел куриниси

Бир иш жойи орқали дастурни ишлаб чиқиш ва хатоликлардан тўғрилаш учун AVR-Studio дастурини ишлатиш мақсадга мувофиқ. У микроконтроллерга дастурни ёзиш имконини яратади, бироқ стендда программаторнинг ностандарт схемаси ишлатилади ва шу сабабли дастурнинг бу имкониятини ишлатиш мумкин эмас.

Дастурни микроконтроллерга ёзиш учун қайсидир иш жойининг дастури ишлатилади ва бунда бу иш жойи дастурига ассемблер тилида дастур матнини юклаш керак бўлади ва шундан сўнг “прошивка” тугмаси босилади. Сўнг компиляция жараёни содир бўлади ва агар хатоликлар аниқланмаса, микроконтроллерни иш жойида “прошивка” си амалга оширилади.

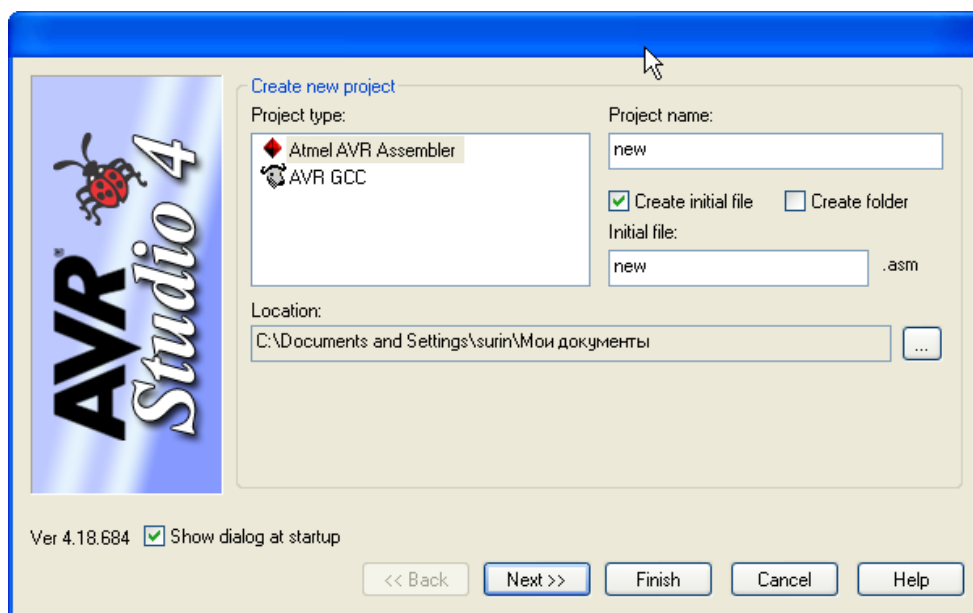
3.2 AVR-Studio да дастур яратиш ва компиляция қилиш.

Дастурни ишга тушириш учун AvrStudio.exe файли юкланади. Дастурий таъминотнинг асосий диалог ойнаси пайдо бўлади.

Дастур ойнасининг юқори қисмида меню жойлашган бўлиб, унда Project → New Project танланади.

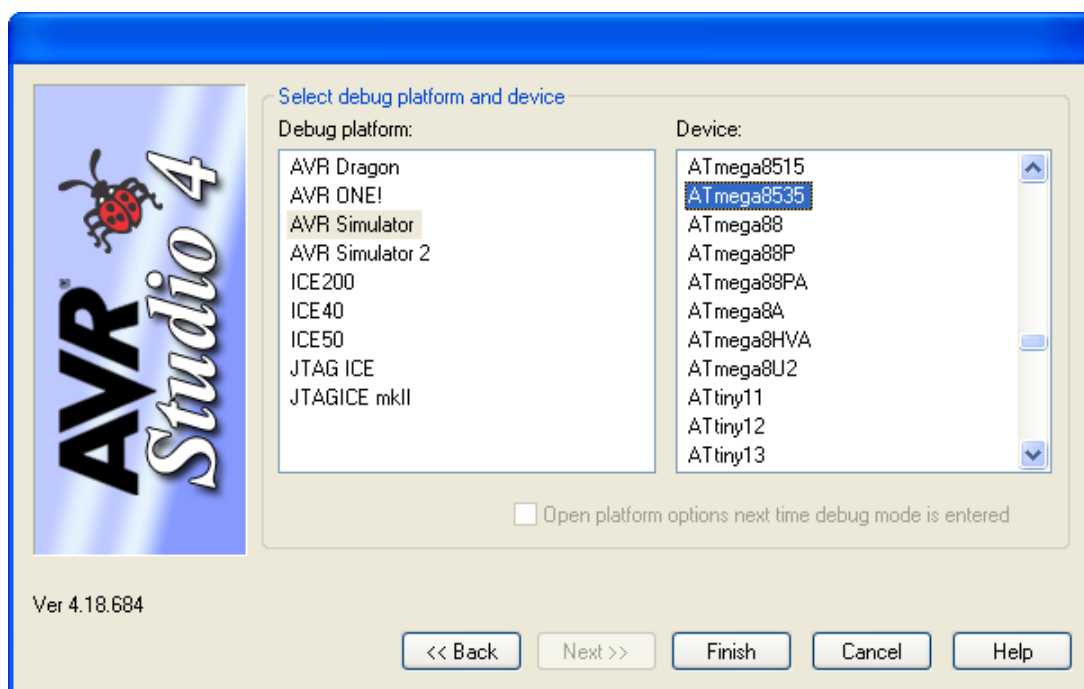
3.2 расм AvrStudio да иш ойнасини ҳосил қилиниши

Пайдо бўлган ойнада лойиха номини (Project name), лойихани сақлаш учун диск жойини (Location), шунингдек лойиха турини (Project type) танлаб, сўнг Next >> тугмаси босилади.



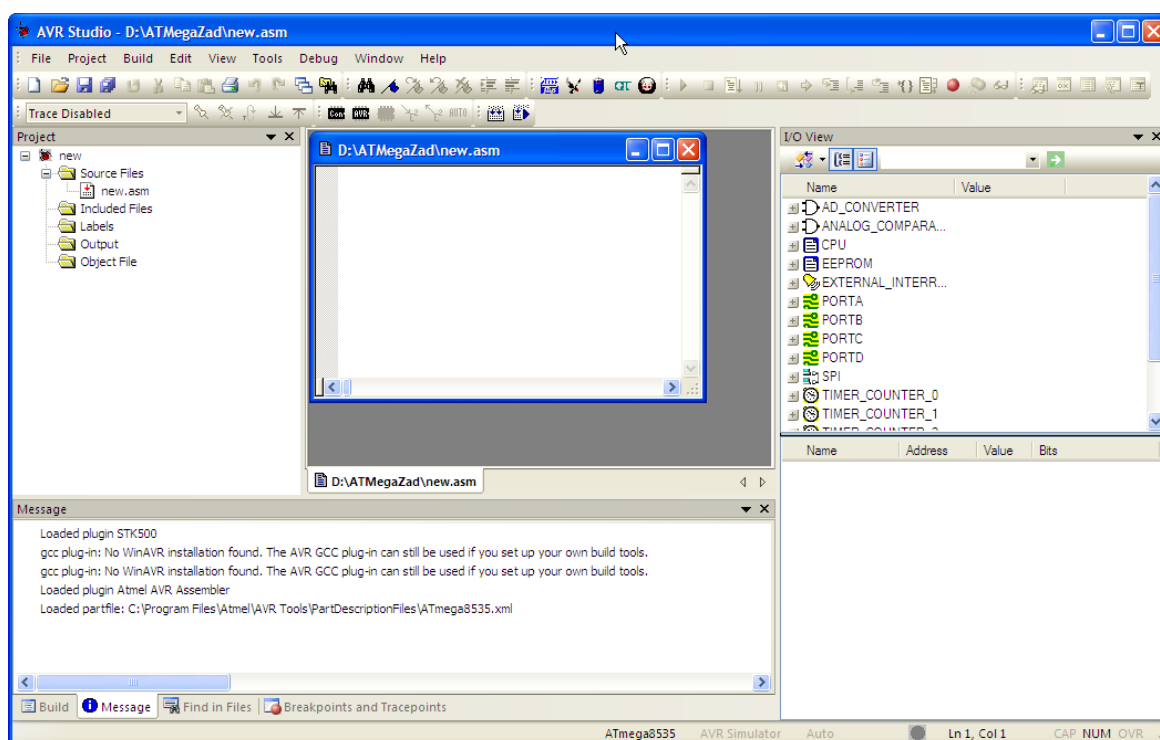
3.3 расм AvrStudio ойнасида лойиха турини танлаш

Хатоликлардан тўғрилаш платформаси ва қурилмани танлаш ойнаси пайдо бўлади (Select debug platform and device). Debug platform пунктида AVR Simulator ни, Device пунктида Atmega8535 ни танлаб, сўнг Finish тугмачаси босилади.



3.4 расм Avr-Studio да қурилмани танлаш ойнаси

Пайдо бўлган Project ойнасида asm файлига икки марта сичқончани босиб, очилган ойнада дастур матнини теришимиз мумкин.



3.5 расм Avr-Studio да Project ойнаси

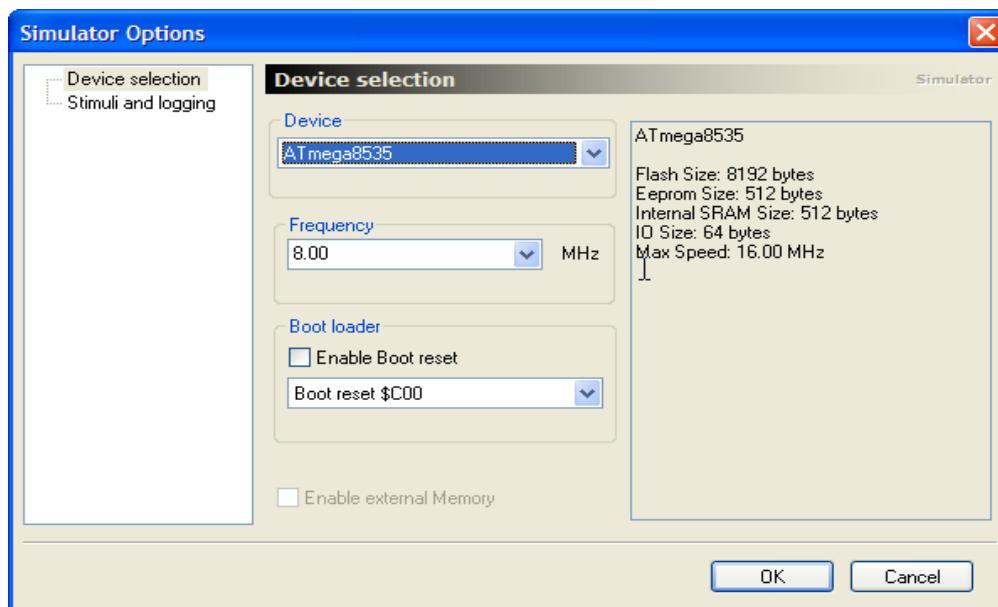
Дастур териб бўлинганидан сўнг юқори менюда Build ни танлаб, унинг компиляциясини амалга оширамиз. Бунда .hex кенгайтмали файл яратилади. Бу файлни кейин микроконтроллерга ёзиш керак бўлади. Компиляциядан сўнг Build ойнаси пайдо бўлади. Унда кутубхона файлини ишлатган ҳолда қайси файл ассемблерланиши, дастурдаги сўзлар сони ва Assembly complete with 0 errors, 0 warnings кўринишидаги хатоликлар йўқлигини кўрсатувчи хабар кўрсатилади. Агар хатоликлар бўлса, бу ойнада хатолик тури, хатолик бор бўлган қатор рақами ва охирида хатоликларнинг умумий сони кўрсатилади. Бу хатоликларни тўғрилаш учун тахрирланаётган файлга қайтиш, сўнг дастурни такроран компиляциялаш зарур.

3.3 AVR-Studio да дастурларни хатоликлардан тўғрилаш

AVR-Studio дастурларни фақатгина компиляциялашни эмас, балки уларни ишлаб чиқиш босқичида хатоликлардан тўғрилаш имконини ҳам яратади. Бунда AVR-Studio микроконтроллернинг тўлиқ ишини, яъни барча кириш-чиқиш портларини, хисоблагич/таймерлари, ШИМ ва АРЎ функцияларини эмуляция қилади. Дастур ишининг эмуляцияси унинг ишини худди микроконтроллерга ёзилганидек кўриб чиқиш имконини беради.

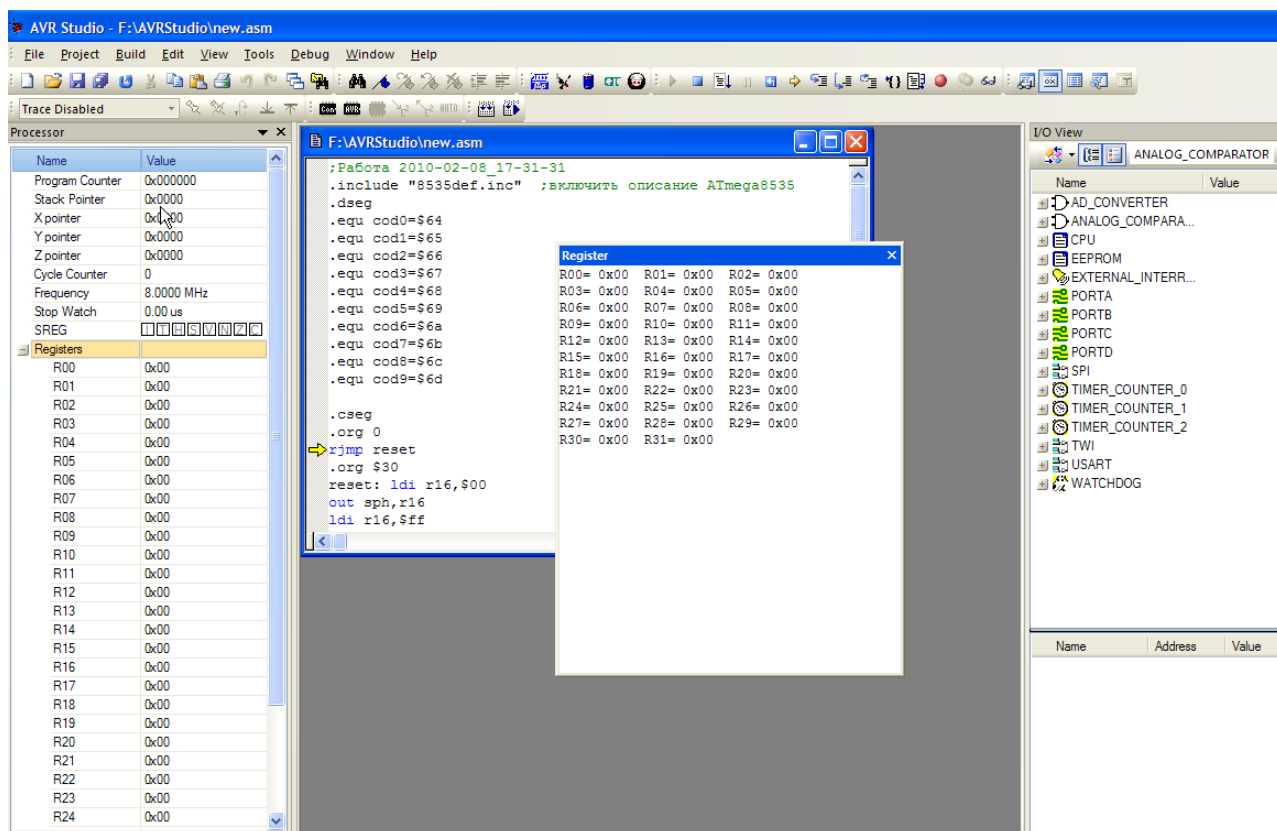
Шуни таъкидлаш зарурки, фақатгина хатоликлардан ҳоли бўлган дастурларни эмуляция қилиш мумкин. Шу сабабли эмуляциядан аввал AVR-Studio дастур компиляциясини амалга оширади ва агар хатоликлар аниқланса дастур эмуляцияси бажарилмайди.

Дастурни хатоликлардан тўғрилаш учун, дастур ёзиб бўлинганидан сўнг Build менюсидан Build and run пунктини танлаш зарур. Эмулятор опциялари ойнасини (Simulation Options) Debug менюси → AVR Simulator Options орқали чақирилади. Қурилма (Device) пунктида ATmega8535 микроконтроллерини, частота (Frequency) пунктида 8 МГц ни танлаб, сўнг ОК тугмаси босилади.



3.6 расм Avr-Studio эмулятор опциялари ойнасини

Шундан сўнг дастур терилган ойна пайдо бўлади. Бироқ дастурнинг бошланиши сариқ стрелка билан белгиланган бўлади. Бу дастурнинг бошланишидир. Ундан аввал компилятор директивлари ёзилади. Дастурнинг ишлаши эмуляцияси мобайнида регистрлар ҳолати, кириш/чиқиш портлари ва процессорнинг ҳолатини кўриб туриш зарур. Регистрларни кўриш учун асосий менюда кўриш (View) пунктини танлаймиз, сўнг регистрлар (Registers)пунктини танлаймиз, процессор ядроси ҳолатини кўриш учун процессор панели (View → Toolbars → Processor) ишлатилади, кириш/чиқиш портлари ва периферия модулларини кириш/чиқиш (View → Toolbars → I/O) панели орқали кузатиш қулайдир. View менюсида ишлатилиши мумкин бўлган бошқа пунктлар ҳам мавжуд. Булар маълумот ва дастур хатирасини кузатиш учун хотира (Memory) пунктини мисол қилиш мумкин. Шундай қилиб, тахминан қуйидагича кўринишдаги ойна пайдо бўлади:



3.7 расм Avr-Studio да дастур ёзиш ойнаси

Энди дастурни ишга туширишга киришилса бўлади. AVR-Studio да дастурни ишга туширишнинг кўрсаткичгача реал вақтда кадамма-кадам ишга тушириш имкони мавжуд. Асосий менюда дастурни хатоликлардан тўғрилаш (Debug) пунктида дастурни ишга туширишнинг барча вариантлари жойлашган. Reset — дастур бошига қайтиш (кўрсаткичнинг сариқ стрелкаси дастур бошини кўрсатади), Go —реал вақтда ишга тушириш (дастур Break пункти танланмаганигача ишлайди), Step over — кадама-кадам режим (дастур қатор бўйича бажарилади, бунда ҳар бир буйруқдан сўнг тўхтаб туради, стрелка жорий буйруқни кўрсатиб туради), Run to cursor — курсоргача бажариш (тахрирланаётган дастур ойнасида курсор ёрдамида белгиланган жойгача дастур ишлайди). Дастурни бажариш пайтида регистрлар ҳолатини ҳар бир буйруқдан кейин кузатиш муумкин. Шу билан микроконтроллер томонидан амалга оширилаётган операциялар ҳолатини кузатиш мумкин. Бунинг учун қулай бўлган режим бу кадамма-кадам режимидир.

Кириш/чиқиш панелида I/O View, микроконтроллернинг барча қурилмалари кўрсатилган бўлиб, ҳар бир қурилма олдида «+» белгиси бўлиб; бу белгига сичқонча ёрдамида босилиб, ушбу қурилмага зарур бўлган ҳолатларни белгилаймиз. Ихтиёрий регистр таркибига сичқонча ёрдамида икки марта босиб, дастурнинг амалга оширилиш мобайнида бу регистрнинг таркибини ўзгартириш мумкин. Кириш/чиқиш портлари регистрларида мантикий бирлик ҳолатининг керак бўлган битини белгилаш орқали, кириш сигналларини белгилаш мумкин. Шу билан ташқи сигналларнинг таъсири эмуляция қилинади.

AVR-Studio дастурий таъминотининг бошқа имкониятлари фойдаланувчилар томонидан дастурни ишлатиш жараёнида ўрганилиши мумкин.

3.4 AVR-микроконтроллерларининг ассемблер дастури тўғрисида маълумот.

Бу бобда бутун AVR серияси ассемблери тўғрисидаги асосий маълумотлар келтирилган. Сабаби бу сериянинг барча микроконтроллерлари ўзаро мос бўлиб ҳисобланади.

Ассемблер – бу унинг ёрдамида микроконтроллер учун дастур яратиладиган қурол ҳисобланади. Ассемблер ўзининг бирламчи кодини бевосита микроконтроллер хотирасига ёзиладиган, шунингдек AVR симуляторларида ёки эмуляторларида ишлатилса бўладиган объектив кодга трансляция қилади.

Ассемблер билан ишлаганда бевосита микроконтроллер билан уланишнинг зарурияти йўқ. Ассемблер ишлайдиган бирламчи файл мнемоникалар, директивлар ва муҳрларга эга бўлиши зарур.

Дастурнинг ҳар бир қатори олдидан икки нукта билан яқунланувчи алфавит-рақамли қатор бўлган муҳрни қўйиш мумкин. Муҳрлар сўзсиз утиш кўрсаткичи ва шартли ўтиш буйруғи сифатида ишлатилади.

Дастур сатри қуйидаги тўрт кўринишдан бири каби бўлиши мумкин:

[Мухр:] директив [операндлар] [Шарх]

[Мухр:] команда [операндлар] [Шарх]

Шарх

Бўш сатр

Шарх қуйидаги кўринишга эга:

; [Матн]

Шундай қилиб, “;” белгисидан кейинги ихтиёрий матн ассемблер томонидан рад этилади ва у фақатгина фойдаланувчи учун изох сифатида ишлатилиши мумкин.

Операндларни турли шаклларда бериш мумкин:

- ўнлик санок тизимида: 10,255
- ўн олтилик санок тизимида (икки усул): 0x0a, \$0a
- иккилик санок тизимида: 0b00001010, 0b11111111
- саккизлик санок тизимида (олдиндан нол билан): 010, 077

Ассемблер кўплаб директивларни қўллаб-қувватлайди. Директивлар бевосита операция кодларига трансляция қилинмайди. Аксинча, улар дастурнинг хотирада жойлашишини коррекция қилиш учун, макробуйруқларни аниқлаш учун, хотирани инициализация қилиш учун ва шунга ўхшаш амалларни бажариш учун ишлатилади. Яъни бу ассемблернинг ўзи учун йўриқ бўлиб, микроконтроллер буйруқларидан фарқ қилади. директивлар «Atmel» компаниясининг ассемблер компиляторининг иккинчи авлодига avrasm2.exe мос келади.

Ассемблер директивалари 3.1-жадвалда келтирилган.

Барча директивларнинг синтаксиси қуйидагича:

.[директив]

Яъни директивдан аввал нуқта қўйилиши зарур. Акс ҳолда ассемблер буни муҳр сифатида қабул қилади.

Ассемблер директивлари

Директив	Тавсиф
BYTE	Ўзгарувчи учун байтни резервлаш
CSEG	Кодлар сегменти
DB	Доимий байт учун хотира бериш
DEF	Регистр учун символли ном бериш
DEVICE	Қандай микроконтроллер учун компиляция қилинишини белгилаш
DSEG	Маълумотлар сегменти
DW	Доимий сўзлар учун хотира бериш
EQU	Ифодага тенг бўлган символ ўрнатиш
ESEG	EEPROM сегменти
EXIT	Файлдан чиқиш
INCLUDE	Бошқа файлдан дастлабки кодни қўшиш
LIST	.lst - файлнинг генерациясини ёқиш
NO.LIST	.lst - файлнинг генерациясини ўчириш
ORG	Дастурнинг бошланғич адреси
SET	Ифодага тенг бўлган символ ўрнатиш

Ассемблернинг нисбатан муҳим бўлган директивларга изоҳ берамиз.

CSEG директиви кодлар сегментининг бошланишини кўрсатади. Ассемблерланаётган файл бир неча код сегментларига эга бўлиши мумкин. Улар ассемблерланганда битта сегментга бирлаштирилади.

Синтаксис:

.CSEG

Мисол:

.DSEG ; маълумотлар сегментининг бошланиши

var tab: .BYTE 4 ; ТХҚ сида 4 байт резервлаш

.CSEG ; кодлар сегментининг бошланиши

```
const: .DW 2          ; дастур хотирасида 0x0002 ёзиш
mov r1,r0             ; нимадир қилиш
```

DSEG директиви маълумотлар сегментининг бошланишини кўрсатади. Ассемблерланаётган файл бир неча маълумот сегментларига эга бўлиши мумкин. Улар ассемблерланганда битта сегментга бирлаштирилади. Одатда маълумотлар сегменти фақатгина BYTE директивидан ва муҳрлардан ташкил топади. Синтаксис:

.DSEG

Мисол:

```
.DSEG                ; маълумотлар сегментининг бошланиши
var1: .BYTE 1        ; var1 ўзгарувчиси учун 1 байтни резервлаш
table: .BYTE tab_size ; tab_size байтларини резервлаш.
```

.CSEG

```
ldi r30,low(var1)
```

```
ldi r31,high(var1)
```

```
ld r1,Z
```

ESEG директиви EEPROM директиви хотирасининг бошланишини кўрсатади.

Ассемблерланаётган файл бир неча код сегментларига эга бўлиши мумкин. Улар ассемблерланганда битта сегментга бирлаштирилади. Одатда EEPROM сегменти DB ва DW директивлардан (ва муҳрлардан) ташкил топади. EEPROM хотираси сегменти ўзининг хусусий ҳисоблагичига эга. ORG директиви EEPROM нинг керакли соҳасида ўзгарувчиларни жойлаштириш учун ишлатилиши мумкин. Дастурлаш комплексининг ушбу версиясида EEPROM фақатгина бевосита тезлаштириш дастури орқали амалга оширилиши мумкин. Прошивка мобайнида бевосита дастурлаш инобатга олинмаган.

Синтаксис:

.ESEG

Мисол:

```
.DSEG                ; Маълумотлар сегментининг бошланиши  
varl: .BYTE 1        ; varl ўзгарувчиси учун 1 байтни резервлаш  
table: .BYTE tab_size ; tab_size байтини резервлаш.  
.ESEG  
eevarl: .DW 0xffff    ; EEPROM га 1 сўзни ёзиш.
```

ORG директиви локал хисоблагичларига қиймат беради. Фақат.CSEG, .DSEG, .ESEG директивлари билан биргаликда ишлатилади.

Синтаксис:

.ORG адрес

Мисол:

```
.DSEG                ; Маълумотлар сегментининг бошланиши  
.ORG 0x37            ; ТХҚ адресини 37h га ўрнатиш  
variable: .BYTE 1    ; 37h адреси бўйича ТХҚ дан байтни резервлаш  
.CSEG  
.ORG 0x10            ; буйруқлар хисоблагичини 10h адресга ўрнатиш  
mov r0,r1            ; нимадир қилиш
```

DB директиви дастур хотираси ёки EEPROM да хотира ресурсларини резервлайди. Директивда муҳр бўлиши зарур. DB ифодалар рўйхатини белгилаб, ҳеч бўлмаганида битта ифодага эга бўлиши керак. Директивни кодлар сегменти ёки EEPROM сегментида жойлаштириш зарур.

Ифодалар рўйхати ўзида вергул билан ажратилган ифодалар кетма-кетлигини акс эттиради. Хар бир ифода –128 ва 255 қиймат оралиғида бўлиши зарур.

Агарда директив кодлар сегментида кўрсатилган бўлиб, ифодалар рўйхати иккидан ортиқ ифодани жамлаган бўлса, бу ифодлар шундай ёзиладики, 2 байт флеш хотиранинг хар бир сўзида жойлашган бўлади.

Синтаксис:

LABEL: .DB ифодалар рўйхати

Мисол :

.CSEG

consts: .DB 0, 255, 0b01010101, -128, 0xaa

.ESEG

const2: .DB 1,2,3

DW директиви дастур хотираси ёки EEPROM да хотира ресурсларини (сўзларни) резервлайди. Директивда муҳр бўлиши зарур. DW ифодалар рўйхатини белгилаб, ҳеч бўлмаганида битта ифодага эга бўлиши керак. Директивни кодлар сегменти ёки EEPROM сегментида жойлаштириш зарур. Ифодалар рўйхати ўзида вергул билан ажратилган ифодалар кетма-кетлигини акс эттиради. Хар бир ифода–32768 ва 65535 қиймат оралиғида бўлиши зарур.

Синтаксис:

LABEL: .DW ифодалар рўйхати

Пример:

.CSEG

varlist: .DW 0, 0xffff, 0b1001110001010101, -32768, 65535

.ESEG

eevarlst: .DW 0, 0xffff, 10

DEF директиви регистрга символли номларни бериш имконини беради. Регистр бир-неча символли номларга эга бўлиши мумкин.

Синтаксис:

.DEF ном = Регистр

Пример:

. DEF temp=R16 .DEF ior=R0

.CSEG

ldi temp,0xf0 ; 0xf0 ни temp регистрга юклаш

in ior,0x3f ; SREG ни ior регистридан ўқиш

eor temp, ior

EQU директиви муҳрга қиймат беради. Бу муҳр бошқа ифодаларда ишлатилиши мумкин. Бу муҳрнинг қийматини ўзгартириш ёки қайта қиймат бериш мумкин эмас.

Синтаксис:

.EQU муҳр = ифода

Мисол :

.EQU io_offset = 0x23

.EQU porta = io_offset + 2

.CSEG ; кодлар сегментининг бошланиши

clr r2 ; r2 регистрини тозалаш

out porta,r2 ; A портига ёзиш

INCLUDE директиви Ассемблерга бошқа файлдан ўқишни бошлашни таклиф қилади. Ассемблер бу файлни сўнггигича ёки EXIT директивигача ассемблерлайди. INCLUDE орқали қўшилган файлнинг ўзи яна INCLUDE директивига эга бўлиши мумкин.

Синтаксис:

.INCLUDE "файл номи"

Мисол:

; iodefs.asm:

.EQU sreg = 0x3f ; ҳолат регистри

.EQU sphigh = 0x3e ; стекни кўрсатувчи катта байт.

.EQU splow = 0x3d; ; стекни кўрсатувчи кичик байт.

; incdemo.asm

.INCLUDE iodefs.asm ; «iodefs.asm» файлини қўшиш

in r0,sreg ; ҳолат регистрини ўқиш

EXIT – файлдан чиқиш.

EXIT директиви ассемблерга жорий ассемблерлашни тугатиш имконини беради. Одатда ассемблер файлнинг сўнггига ишлайди. Агар у EXIT директивини учратса, INCLUDE директивидан кейинги сатрдан ассемблерлашни давом эттиради.

Синтаксис:

.EXIT

Мисол:

.EXIT ; бу файлдан чиқиш

DEVICE – қайси микроконтроллер учун ассемблерлашни кўрсатиш. Директив фойдаланувчига қайси турдаги микроконтроллер учун дастур ёзилаётганлигини билдириш имконини беради. Агар ассемблер кўрсатилган тур микроконтроллери томонидан қўллаб-қувватланмайдиган буйруқни учратса, бу ҳақидаги хабарни фойдаланувчига етказди. Шунингдек дастур ўлчами танланган қурилма хотирасидан ортиб кетса ҳам бу ҳақидаги хабарни кўришимиз мумкин.

Синтаксис:

.DEVICE AT90S1200 | AT90S2313 | AT90S2323 | AT90S2333 | AT90S2343 |
AT90S4414 | AT90S4433 | AT90S4434 | AT90S8515 | AT90S8534 | AT90S8535 |
ATtiny1 | ATtiny2 | ATtiny22 |
ATmega64 | ATmega128 | ATmega8535

Мисол :

.DEVICE ATmega8535 ; ATmega8535 микроконтроллерини ишлатиш
.CSEG ; ассемблерлашда ATmega8535 узилиш
.ORG 0000 ; векторлари жадвалида jmp буйруғини
jmp label1 ; қўллаш олмаслиги ҳақидаги хабар пайдо бўлади.

3.5 Ассемблер дастурининг структураси

Ассемблерда ёзилган дастур аниқ бир структурага эга бўлиши керак.
Қуйидаги шаблон тклиф этилади (АТmega8535 учун)

```
*****  
;  
; дастур номи,  
; қисқа тавсиф, зарурий изох  
*****  
; ***** уланадиган қўшимча файллар  
.include "m8535def.inc" ; АТmega8535 нинг изохли файли  
.include «файл1_номи.кенгайтма» ; қўшимча файлларни киритиш  
.include «файл2_номи.кенгайтма»  
;***** глобал константлар  
equ ном1 = xxxx ;  
equ ном2 = nnnn  
;***** глобал регистрли ўзгарувчилар  
def ном1 = регистр  
def ном2 = регистр  
;***** маълумотлар сегменти  
.dseg  
.org xxx ; биринчи резервланган байтнинг адреси  
label1: .BYTE 1 ; label1 ўзгарувчиси учун 1 байтни резервлаш  
label2: .BYTE m ; label2 ўзгарувчиси учун m байтни резервлаш  
***** EEPROM сегменти (ЭСППЗУ)  
.eseg  
.org xxx ; биринчи резервланган байтнинг адреси  
.db ифода1,ифода2,.. ; EEPROM га байтлар рўйхатини киритиш  
.dw ифода1,ифода2,.. ; EEPROM га сўзлар рўйхатини киритиш  
;***** кодлар сегменти  
.cseg  
.org $000 ; дастур хотирасида дастурнинг бошланиш адреси  
***** узилишлар векторлари (агар улар ишлатилинса)
```

```

rjmp reset          ; тозалаш бўйича узилишлар
.org $001
rjmp INT0           ; ташқи узилишлар қайта-ишловчиси 0
.org $002
rjmp INT1           ; ташқи узилишлар қайта-ишловчиси 1
.org adrINTx        ; кейинги узилишлар қайта-ишловчисининг адреси
rjmp INTx           ; x узилишлар қайта-ишловчиси
... .. ; сўнг навбат билан қолган узилишларнинг қайта-ишловчилари
          ; жойлаштирилади

```

```

;***** асосий дастурнинг бошланиши

```

```

main: <буйруқ> xxxx

```

```

... ..

```

```

;***** дастур қисмилар

```

```

;***** дастур қисми 1

```

```

subr1: < буйруқ > xxxx

```

```

... ..

```

```

ret

```

```

;***** дастур қисми2

```

```

subr2: <буйруқ> xxxx

```

```

... ..

```

```

ret

```

```

;***** узилишларнинг қайта-ишловчи дастур қисмилар

```

```

INT0: <буйруқ> xxxx

```

```

... ..

```

```

reti

```

```

INT1: <буйруқ> xxxx

```

```

... ..

```

```

reti

```

```

INTx: <буйруқ> xxxx

```

... ..

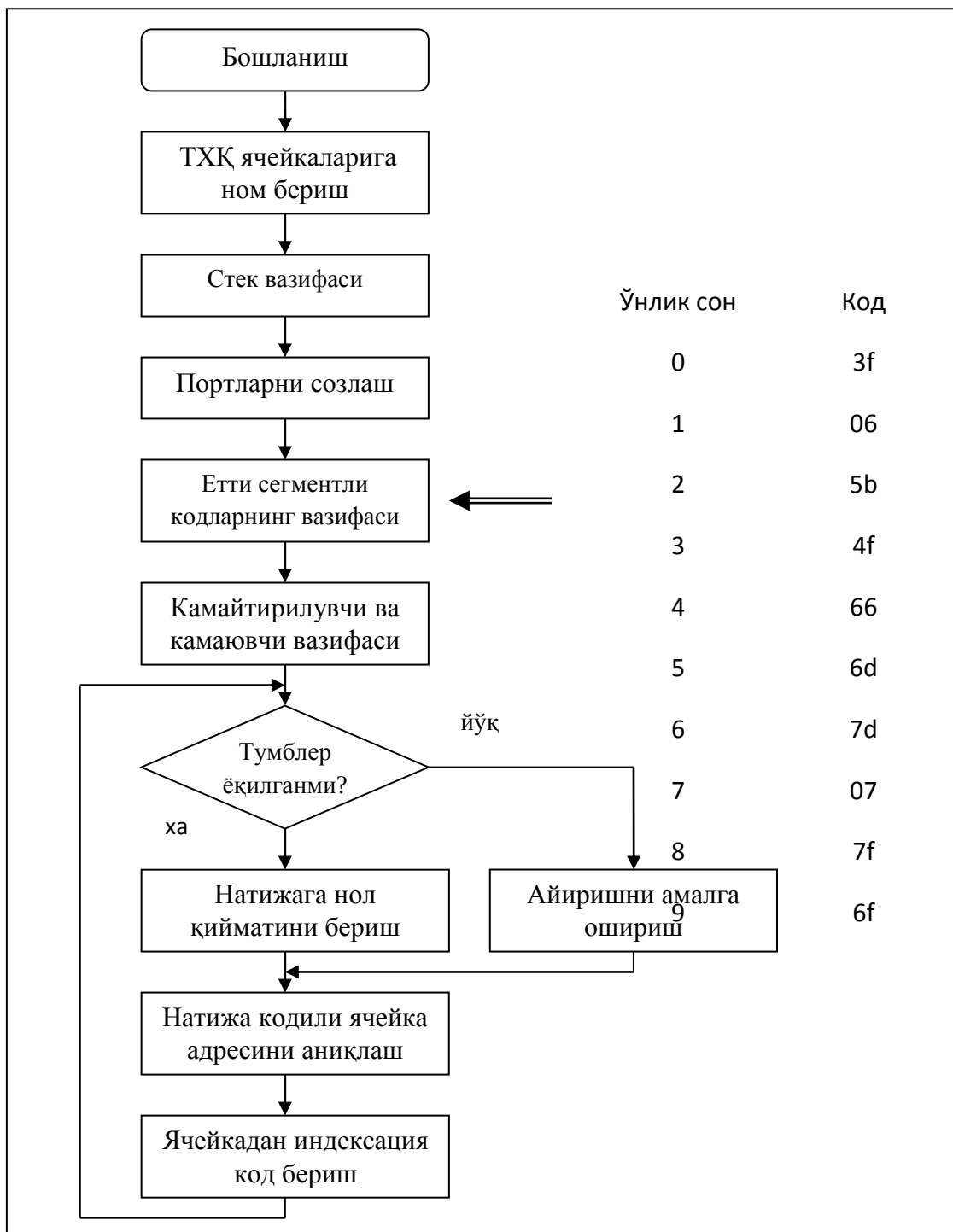
reti

; дастурнинг тугатилиши ҳеч қандай белгиланмайди.

Комплексада ўқитиш мақсадларида бир файлли дастурлар билан ишлаш инобатга олинган. Шу сабабли `.include "m8535def.inc"` дан ташқари ташқи файлларнинг қўшилиши AVR Studio каби ташқи муҳит дастурлари учун маъно касб этади.

Дастур қисмлари ишлатилганида албатта стекни аниқлаш зарур. Бунинг учун асосий дастурнинг аввалида SPH ва SPL регистрларига стек учининг адреси киритилиши зарур.

Қуйида ассемблер директивларини ишлатишни намоёиш қилувчи битта оддий вазифани бажаришнинг 3 ҳил дастури мисол тариқасида келтирилган.



3.8-рasm. 1-дастур алгоритми

Вазифа қуйидагича: 5 сонидан 3 сонини айириш. Агар РА2 киришида тумблер ёқилган бўлса, индексация учун айирма натижасини берилади. Акс ҳолда ноль рақами берилади.

Кириш/чиқиш портлари билан ишлашда шуни инобатга олиш зарурки, алоҳида чиқишлардан маълумот узатиш йўналиши DDR (DDRA, DDRB, DDRC, DDRD) регистрлари ёрдамида берилади. Агар порт чиқиши кириш

сифатида конфигурация қилинган бўлса, у PORT (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD) регистри орқали ўчириб ёқилади. Агарда кириш сифатида конфигурация қилинган бўлса, ундан PIN (PINA, PINB, PINC, PIND) кириш маълумотлари регистри орқали сўров ўтказилади.

Дастур алгоритми (3.1-расм) equ ассемблер директивини ишлатувчи 1-дастурга мос келади.

;1-дастур. equ директивини ишлатиш

.include "m8535def.inc" ; ATmega8535 тавсиф файлини киритиш

.dseg ; маълумот сегменти

.equ cod0=\$64 ; ТХҚ ячейкаларига ном бериш

.equ cod1=\$65

.equ cod2=\$66

.equ cod3=\$67

.equ cod4=\$68

.equ cod5=\$69

.equ cod6=\$6a

.equ cod7=\$6b

.equ cod8=\$6c

.equ cod9=\$6d

.cseg ;кодлар сегменти

.org 0 ; дастур хотираси бошининг адреси

rjmp reset ; тозалаш вектори

.org \$30 ; дастур боши

reset: ldi r16,\$00 ; \$00ff адреси бўйича стек чўққисини аниқлаш

out sph,r16

ldi r16,\$ff

out spl,r16

ldi zl,\$64 ; резервланган ячейкалар бошланиш адресини бериш

ldi zh,\$00

```

ldi r16,$ff    ; C портини чиқишга созлаш
out ddrc,r16

ldi r16,00     ; A портни киришга созлаш
out ddra,r16

ldi r16,$ff    ; B портни чиқишга созлаш
out ddrb,r16

ldi r16,$f0    ; D портни созлаш: 0...3 битлар киришга,
out ddrd,r16   ; қолганлари чиқишга
sbi portd,7    ; D портининг 7-разрядига 1 ни бериш
ldi r17,$3f    ; сегмент кодлари вазифалари
sts cod0,r17

ldi r17,$06
sts cod1,r17

ldi r17,$5b
sts cod2,r17

ldi r17,$4f
sts cod3,r17

ldi r17,$66
sts cod4,r17

ldi r17,$6d
sts cod5,r17

ldi r17,$7d
sts cod6,r17

ldi r17,$07
sts cod7,r17

ldi r17,$7f
sts cod8,r17

ldi r17,$6f
sts cod9,r17

ldi r17,5      ; камаювчи вазифаси

```

```

ldi    r18,3      ; камайтирувчи вазифаси
m1:    sbis pina,2 ; тумблер ёқилган бўлса кейинги буйруқни ўтказиш
rjmp   m2
mov    r20,r17     ; r20 га кимайтирувчини жойлаштириш
sub    r20,r18     ; айирмани хисоблаш
rjmp   vv
m2:    ldi    r20,0
vv:    push z1     ; z1 ни стекда қолдириш
add    z1,r20     ; z1 ни натижа билан қўшиш
ld     r0,z        ; натижанинг етти сегментли кодини r0 га жўнатиш
pop    z1         ; стекдан z1 ни айириш
out    portc,r0    ; натижани индекацияга бериш
rjmp   m1

```

2-дастур. бу дастур 1- дастурдан 0 дан 9 гача рақамларни етти разрядли кодлар учун тезкор хотирадан бир байтни резервлаши билан фарқ қилади.

2-дастур. Ўзгарувчилар учун тезкор хотирани ишлатиш

```

.include "m8535def.inc" ; ATmega8535 тавсифини киритиш
.dseg                      ; маълумотлар сегменти
.org $64                  ; биринчи резервланган байт адреси
cod0:.byte 1              ; ўзгарувчилар учун бир байт бўйича резервлаш
cod1:.byte 1
cod2:.byte 1
cod3:.byte 1
cod4:.byte 1
cod5:.byte 1
cod6:.byte 1
cod7:.byte 1
cod8:.byte 1

```

```

cod9:.byte 1

.cseg          ; кодлар сегменти
.org $0        ; дастурий хотира адреси
rjmp reset     ; тозалаш вектори
reset: ldi r16,$00 ; чўққили стекни $00ff адреси бўйича аниқлаш
out  sph,r16
ldi  r16,$ff
out  spl,r16
ldi  zl,$64     ; резервланган ячейкалар бошланиш адресини бериш
ldi  zh,$00
ldi  r16,$ff    ; C портини чиқишга созлаш
out  ddrc,r16
ldi  r16,00     ; A портни киришга созлаш
out  ddra,r16
ldi  r16,$ff    ; B портни чиқишга созлаш
out  ddrb,r16
ldi  r16,$f0    ; D портни созлаш: 0...3 битлар киришга,
out  ddrd,r16   ; қолганлари чиқишга
sbi  portd,7    ; D портининг 7-разрядига 1 ни бериш
ldi  r17,$3f    ; етти сегментли кодлар вазифалари
sts  cod0,r17
ldi  r17,$06
sts  cod1,r17
ldi  r17,$5b
sts  cod2,r17
ldi  r07,$4f
sts  cod3,r17
ldi  r17,$66
sts  cod4,r17
ldi  r17,$6d

```

```

sts    cod5,r17
ldi    r17,$7d
sts    cod6,r17
ldi    r17,$07
sts    cod7,r17
ldi    r17,$7f
sts    cod8,r17
ldi    r17,$6f
sts    cod9,r17
ldi    r17,5      ; камаювчи вазифаси
ldi    r18,3      ; камайтирувчи вазифаси
m1: sbis pina,2   ; тумблер ёқилган бўлса кейинги буйруқни ўтказиш
rjmp m2          ;
mov    r20,r17    ; r20 га кимайтирувчини жойлаштириш
sub    r20,r18    ; айирмани ҳисоблаш
rjmp vv
m2: ldi r20,0
vv: push z1       ; z1 ни стекда қолдириш
add    z1,r20     ; z1 ни натижа билан қўшиш
ld     r0,z        ; натижанинг етти сегментли кодини r0 га жўнатиш
pop    z1         ; стекдан z1 ни айириш
out    portc,r0   ; натижани индекцияга бериш
rjmp m1

```

3-дастур энг қисқа дастур ҳисобланади. У .dw директивасини дастур хотирасида сўзларни аниқлаш учун ишлатади. Дастурда ассемблернинг LPM буйруғи ишлатилади. Ушбу буйруқ орқали R0 регистрга Z регистри томонидан адресланаётган байт юкланади. Буйруқ 16-битли сўз сифатида ташкил этилган дастур хотирасининг ихтиёрий байтига уланиш имконини беради. Z регистрининг кичик бити сўзнинг кичик байтга(0) ёки катта байтга (1) уланиш ҳосил қилинаётганлигини аниқлайди.

```

;3-дастур. .dw директивини ишлатиш
.include "m8535def.inc" ; ATmega8535 тавсиф файлини киритиш
.cseg
.org 0
rjmp reset
.dw $063f,$4f5b,$6d66,$077d,$617f,$7c77,$5e39,$7179
; 0 дан F гача рақамларнинг етти сегментли кодлари
reset: ldi r16,$00 ; $00ff адреси бўйича стек чўққисини аниқлаш
out sph,r16
ldi r16,$ff
out spl,r16
ldi r16,$ff ; C портини чиқишга созлаш
out ddrc,r16
ldi r16,00 ; A портни киришга созлаш
out ddra,r16
ldi r16,$ff ; B портни чиқишга созлаш
out ddrb,r16
ldi r16,$f0 ; D портни созлаш: 0...3 битлар киришга,
out ddrd,r16 ; қолганлари чиқишга
sbi portd,7 ; D портининг 7-разрядига 1 ни бериш
ldi zl,02 ; нолнинг етти сегментли адресини
ldi zh,00 ; Z регистрга ўрнатиш
ldi r17,5 ; камаювчи вазифаси
ldi r18,3 ; камайтирувчи вазифаси
m1: sbis pina,2 ; тумблер ёқилган бўлса кейинги буйруқни ўтказиш
rjmp m2
mov r20,r17 ; r20 га кимайтирувчини жойлаштириш
sub r20,r18 ; айирмани ҳисоблаш
rjmp vv
m2: ldi r20,0 ; натижага 0 қийматни бериш

```

vv: push z1 ; z1 ни стекда қолдириш
add z1,r20 ; z1 ни натижа билан қўшиш
ld r0,z ; натижанинг етти сегментли кодини r0 га жўнатиш
pop z1 ; стекдан z1 ни айириш
out portc,r0 ; натижани индекацияга бериш
rjmp m1

ХУЛОСА

“Atmel” фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Windows муҳитида ишловчи AVR –микроконтроллерлари учун дастурлар яратиш имконини берувчи пакет бу – AVR-Studio. AVR-Studio – бу дастурларни ишлаб чиқувчи интеграллашган муҳит бўлиб (Integrated Development Environment – IDE), ўзида AVR - микроконтроллерларининг ассемблер тили транслятори, схема ичи дастурлашни қўллаб-қувватлаш учун юқори поғона дастурий таъминоти ва хатоликлардан тўғрилаш функцияларини жамлаган. Ушбу бўлимда AVR-Studio дастурий муҳитида бир неча дастур тузилди ва кутилган натижаларга эришилди.

4. ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ ВА ЭКОЛОГИЯ

4.1 Алоқа корхоналарини ёнғинга ва портлашга хавфи бўйича тоифаланиши

Ҳар бир алоқа корхонаси унинг ишлаб чиқариш технологияси ишлатадиган ҳом - ашёси, чиқарадиган маҳсулоти ва жойлашган биноларнинг конструкциясига кўра ёнғин чиқишига, портлашига ва ёнғин чиққан тақдирда унинг тарқалишига, ёнғиннинг асоратига асосланган ҳолида ёнғинга ва портлашга хавфли даражаси белгиланилади. Қурилиш норма ва қоидаларига асосан корхоналар, складлар ва портлаш хавфи бўйича бешта тоифага бўлинади.

[А] тоифа - ёнғинга ва портлашга хавфли корхона. Буларга сув, кислород ва бир-бири билан бирикиш натижасида портлаш ва ёниши мумкин бўлган моддаларни ишлатадиган корхоналари: алангаланиш куйи чегараси хонадаги ҳаво ҳажмига нисбатан 10% миқдорни ташкил қилиши мумкин бўлган ёнувчи газларни ишлатадиган корхоналар: хона ҳажмига нисбатан 5% миқдорни ташкил қилиши мумкин бўлган ва буғланинг алангаланиш харорати 28 с гача бўлган суюқликлар билан иш олиб борадиган корхоналар. Улар олтингугуртли углерод, эфир, ацетон ва бошқа шунга ўхшаш моддалар оладиган корхоналар.

[Б] тоифа - ёнғинга ва портлашга хавфли корхона. Бу тоифага куйи алангаланиш чегараси ҳаво ҳажмига нисбатан 10 % дан ортиқ бўлган ёнувчи газлар билан иш олиб борадилар шунингдек чакнаш харорати 28 С дан 61 С гача бўлган суюқликлар ҳамда ишлаб чиқариш жараёнида чакнаш хароратигача суюқликлар билан ишлайдиган ва чанглар хона ҳажмининг 5% дан кўпроқ миқдорида тўпланалдиган портловчи аралашма ҳосил қилиши мумкин бўлган саноат корхоналари киради. Мана шундай саноат корхоналари сирасига аммиак ҳайдовчи компрессор станциялари, деталларни керосин билан ювиб тозалаш корхоналари киради.

[В] тоифа - ёнғинга хавфли тоифа. Бу тоифага буғларнинг чакнаш ҳарорати 61 с дан юқори бўлган суюқликлар, қуйи алангаланиш чегарси 65г/м3 дан ортиқ бўлган ёнувчи чанглар ва толалар. Шунингдек кислород билан бириккан ҳолда ёнувчи моддалар ва қаттиқ ёнувчи моддалар билан ишловчи корхоналар киради. Кўмир кукуни ҳосил қилувчи, ёғочсозлик корхоналари киради.

[Г] тоифа - ёнғинга хавфли тоифа. Бу тоифага ёнмайдиган жисм материалларга, қиздириб, чўғлатиб ва эритиб ишлов берадиган ва ишлов бериш давомида нурли иссиқлик, учкун ва аланга чиқариш мумкин бўлган, қаттиқ, суюқ ва газсимон моддалар ёқилғи сифатида ишлатиладиган корхоналар. Қозонхоналар, эритиш ва қуйиш цехлари, металл цехлари киради.

[Д] тоифа - ёнғинга хавфсиз тоифа бунга ёнмайдиган жисмлар ва материалларга совуқ ишлов берадиган корхоналар киради. Қурилиш, машинасозлик корхоналари. Корхоналарни лойҳалашда ва қуришда ёнғинга қарши кураш тадбирлари. Корхоналарни қуриш ва лойҳалашда унинг бажарадиган иш моҳиятидан келиб чиқадиган талабларидан унга техник мустаҳкамлик санитария-гигиена ва иқтисодий талаблардан ташқари унга ёнғин хавфи ва ёнғинга қарши тура олиш талаблари ҳам қўйилади. Давлат стандартларига асосан ҳамма қурилиш конструкциялари ёниши бўйича уч гуруҳга бўлинади.

Ёнмайдиган конструкциялар - бунга катта ҳарорат ёки аланга таъсирида ёниб, қулга ёки кўмирга айланмайдиган қурилиш конструкциялари киради. Масалан металл конструкциялари, ва минерал материаллари.

Қийин ёнадиган конструкциялар - бунга катта ҳарорат ёки кучли аланга доимий таъсир этганда тутаб ёнадиган, аланга таъсири йўқолиши билан ўчадиган саноат конструкциялари киради. Буларга мисол қилиб ўтга қарши ишлов берилган ёғоч конструкциялар ва чиқиндилардан тайёрланган ярим органик ва ярим минерал моддалардан тайёрланган конструкциялар.

Ёнадиган конструкциялар- буларга алага ёки катта ҳарорат ёндирувчи восита бўлиб кейин аланга олиб кетилгандан кейин ҳам ёнишда давом

этадиган контструкциялар киради. Буларга ёғоч материаллари қурилишда ишлатиладиган турли туман пласмассалар киради.

Конструкцияларнинг ўтга чидамлилиги соатларда белгиланилади. Мана шу чегар соатларнинг катталигига қараб қурилиш конструкцияларининг ўтга чидамлилик даражаси белгиланилади ва улар рим раками билан белгиланилади I.II.III.IV.V.

I даражадаги ўтга чидамликка эга бўлган бинолар асосий деворлари Зина поя майдонлари ва колонналарининг ўтга чидамлилик чегараси 2.5 соатдан кам бўлмаслиги ташқи девор ва оралиқ деворлар 0.5 соатдан кам бўлмаслик керак. II -даражадаги бинолар эса юқоридаги кўрсаткичлари 2.1 ва 0.25 соатни ташкил қилади. Ўтга чидамлиги III бўлган биноларнинг ҳамма қисмлари ёнмайдиган бўлади. Биноларнинг пойдеворлари қийин ёнадиган ва томлари кўтарувчи конструкцияга эга бўлган ёнадиган бўлиши керак.

IV даражали биноларда катта бинони қисмларга ажратадиган эшик-деразасиз махсус ёнғинга қарши деворлари ёнмайдиган бўлади. V даражадаги бинолар учун эса ўтга чидамлилигининг минимал миқдори белгиланмайди.

Қурилиш конструкцияларини ўтга чидамлилик даражасини ортириш имкониятлари мавжуд. Масалан, металлarnи ўтга чидамлилиги ниҳоятда паст бўлиб 15-20 мин. Ичида эгилиб –букилиб кетади, агар ўтга чидамли бўёқлар билан бўялса чидамлилиги бир мунча ортади. Алебастер ёки цемент аралашмалари билан сувалса унинг ўтга чидамлилиги 1 соатга ортади, агар гипс плиталари билан қопласак, плиталар қалинлиги 6 см дан кам бўлмаса, уларнинг ўтга чидамлилиги 3 соатга етади.

Ёғоч конструкцияларни ўтга чидамлилигини оширишга уни суваш ва қалинлиги 20 мм бўлиши керак шунда ўтга чидамлилиги 20-25 минутга етади. Яна ёғочни ўтга чидамлилигини оширишда антиприн деб аталувчи ёғоч устига сепиилади, бу препарат ёғ ва шимилиб ёнишини қийинлаштиради.

4.2 Компьютер хоналарида иш жойини ташкил этилиши

Компьютер хоналарида иш жойи тўғри ташкил этилиши иш унумдорлигини ошириш, чарчашни олдини олиш, иш жойидаги жихозларни ва ускуналарни тўғри жойлаштиришни омиллар, рангларни тўғри танлай билишдир. Ускуналар шундай жойлашиши керакки ишчилар ортиқча ҳаракатсиз, ўзини зўриқтирмасдан осонгина фойдаланиш.

Иш жойида меҳнат шароитини яхшилаш ишларига бир қанча омилларни ҳисобга олган ҳолда ташкил қилинади. Буларга ташкилий, техникавий, санитария – гигиена, табиий-иқлим омиллари киради.

Ташкилий омиллар – ишнинг ташкил этиш шакли интизом, меҳнат жараёни устидан қилинадиган назоратнинг ҳолати, меҳнат муҳофазаси, ишчи ходимларнинг касбий тайёргарлик даражаси, техник омиллар жараёнларини механизациялаш ва автоматлаштириш даражаси, бошқарувда электрон–ҳисоблаш техникаларида компьютерларни қўллаш, ҳимоялаш воситаларининг созлиги ва етарлиги киради.

Санитария-гигиена омиллари - иш жойининг санитария ҳолатига жавоб бериш-бермаслиги, эргономик омил машина ва ускуналарни инсон билан ўзаро ҳаракатда бўлганда машина элементларининг мос келиши. Бунда техникани тезлик параметрларига тегишли, ишчи органларидан келаётган маълумотлар ҳажми, иш жойининг ташкил этилиш даражаси, бошқариш органларининг қулай жойлашганлиги оператор ўриндиғининг конструкцияси киради.

Психофизиологик омиллар-меҳнатнинг оғирлиги ва қизғинлиги, жамоадаги психологик вазият, ишчиларнинг бир-бири билан ўзаро муносабати, жисмоний зўриқиш, асабий-психик зўриқишлаш меҳнат шароитининг инсон организмига таъсири ўрганган ҳолда қуйидагиларни амалга ошириш керак:

-ишда бажарилаётган жараёнлар тез ва тез талаблар чегарасида ва ҳаракатлантирувчи майдоннинг энг қулай доирасида амалга ошириш:

- ишлаб чиқариш биноларида ҳаво муҳитини текшириш;
- ишлаб чиқаришдаги метрологик омилларини аниқлаш;
- махаллий ва умумий титрашни аниқлаш;
- ишлаб чиқаришдаги шовқин даражасини аниқлаш;
- иш жойинининг ёритилганлигини аниқлаш;
- нурланганликни текшириш;
- ҳаво алмашувини текшириш.

Компьютер хоналарида ишлаганда меҳнат шароитларини яратишдаги энг кўп кўйиладиган хатоларга қуйидагилар киради:

1. Иш жойларни етарлича катта эмаслиги.
2. Хона ҳарорати ва намлиги талаб килинадиган меъёрларга мос келмаслиги.
3. Хона ва иш жойларни етарлича ёритилмаганлиги.
4. Монитордан чиқаётган паст частотали электромагнитни майдонида нурланишнинг кўп даражада ажралиши.
5. Иш вақтини ва дам олиш вақтларини тўғри тақсимланганлиги.

Компьютер операторлари, дастурчилар ва бошқа ҳисоблаш техникаси ишчилари шовқин, электр токи, статик электр каби физик, хафли ва зарарли физик омиллар таъсирида бўлади.

Кўпгина ҳисоблаш техникаси билан ишловчи ходимлар ақлий зўриқиш, кўришва эшитиш анализаторларини зўриқиши, эмоционал зўриқиш каби психофизик омиллар таъсирида бўладилар.

Толиқиш пайдо бўлиши иш пайтида марказий асаб тизимида пайдо бўладиган ўзгаришларга боғлиқ. Масалан кучли шовқин ранг ажратишни қийинлаштиради, қуриш ўткаирлиги, ёруғликка мослашишни пасайтиради, ахборот қабул қилишни қийинлаштиради ва 5-12 фоизга иш унумини пасайтиради.

90 ДБ шовқинни узоқвақт давомидаги таъсири иш унумдорлигини 30-60 фоизга пасайтиради.

Ҳисоблаш техникаси билан ишловчи ишчилар тиббий текширувдан ўтказилганда иш унумдорлиги пасайишдан ташқари шовқин эшитиш

қобилиятини ҳам пасайтиради. Комбинациялашган зарарли омиллар таъсирида кўп вақт қолиш касбий касалланишга олиб келиши мумкин.

Электр қурилмалари яъни компьютернинг барча қурилмалари инсон учун хавфли ҳисобланади. Чунки компьютерда ишлаётганда инсон ток кучланиши таъсирида бўлган қисмларга тегиб кетиши мумкин.

Электр қурилмаларнинг специфик хавфи: бу электр ўтказувчилар, изоляцияси шикастланиши натижасида ток таъсирига тушиб қолган компьютер корпуси. Электр токининг таъсири фақат ток инсон танасидан ўтганда сезилади. Электр шикастланишидан ҳимояланишда электр қурилмалари тўғри жойлаштирилиши, электр ўтказувчи сим ва кабелларни тўғри уланиши муҳим ўрин эгаллайди.

Иш жойларида статик электрнинг разрядли токи кўпроқ компьютернинг бирор бир элементига тегиб кетиш натижасида ҳосил булади. Бундай разрядлар инсонга хавф туғдирмайди, ёқимсиз таъсирдан ташқари компьютерни ишдан чиқишига олиб келади. Симлар изоляцияси шикастланганда ток таъсирини камайтириш учун иш хоналарининг поллари бир қаватли поливинил хлоридли антистатик линолиум билан қопланиши лозим. Ҳимоялашни бошқа усули ионлаштирилган газ билан зарядларни нейтраллаш.

Компьютер хоналарининг катталиги у ерда ишловчи ходимлар ва компьютерлар сонига мос келиши зарур. Иш жойларини ташкиллаштиришга, яна харорат, ёруғлик, ҳаво тозалиги, шовиқиндан ҳимояланганлик параметрлари ҳисобга олинади.

Санитар меъёрларига кўра бир ишчи учун иш жойининг ҳажми 15 м^3 , иш майдони эса $4,5 \text{ м}^2$ дан кам бўлмаслиги керак. Хонанинг баландлиги полдан шифтгача 3-3,5 м бўлиши керак.

Компьютер хоналарида одатда ён томонлама табиий ёритилганлик қўлланилади. Табиий ёритилганликда шимол ёки шимолий-шарққа қаратилган ёруғлик дарчаларидан фойдаланиш керак, бунда табиий ёритилганлик коэффиценти 1,2-1,5 % кам бўлмаслиги шарт.

Компьютерларни подвалларда жойлаштириш рухсат этилмайди. Компьютер хоналари ва иш жойларида табиий ёритилганлик қўлланиши зарур. Бошқа ҳолларда эса сунъий ёритилганликни қўллаш мумкин.

Иш ҳужжатлари жойлашган стол усти ёритилганлиги 300-500 лк булиши керак. Ёруғлик манбаини шундай жойлаштириш керакки, бунда ёруғлик кўзни камаштирмаслиги керак, кўриш майдонидаги ёруғлик манбаининг ёрқинлиги 200 кд /м² ошмаслиги керак.

Компьютер жойини шундай жойлаштириш керакки, бунда табиий ёруғлик иложи борича ёндан тушиши лозим.

Компьютер столининг баландлиги иложи борича 680-800 мм булиши керак. Иш столи оёқлар учун баландлиги 600 мм, эни 500 мм дан кам бўлмаган, чуқурлиги тизза даражасида 450 мм дан кам бўлмаслиги, узатилган оёқ даражасида 650 мм дан кам бўлмаслиги керак.

Экран монитори кўздан энг узоғи билан 600-700 мм бўлиши керак, лекин ҳарф ва шрифтларнинг ўлчамига қараб 500 мм дан яқин бўлмаслиги керак.

Хоналарни рангли жиҳозланиши ишни санитар-гигиена шароитларини яхшилашга қаратилади, иш унумини ошишига ҳизмат қилади. Хоналарни бўялиши инсон асаб тизимлари, кайфиятига ва охир-оқибат иш унумига таъсир этади.

Компьютер хоналарини рангини техник жиҳозлар ранги билан бир хил рангда бўяш мақсадга мувофиқ. Хоналар ва жиҳозлар ранглари юмшоқ бўлиши ва ялтироқ бўлмаслиги лозим.

УМУМИЙ ХУЛОСА

AVR технологиясини Atmel корпорацияси ишлаб чиқараётган йўналишларнинг энг қизиқарлиси деса ҳам бўлади. Улар ўзларида замонавий юқори самарали ва тежамкор кўп йўналишли контроллерларни барпо қилувчи асбоб сифатини жамлаган. Хозирги вақтда “нарх – самарадорлик – энергия сарфи” нисбати AVR учун дунё бозоридаги 8-разрядли контроллерлар орасида энг яхшиларидандир. Хар йили жаҳон бўйлаб AVR ларнинг сотилиш ҳажми икки маротаба ортмоқда.

“Atmel” фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Windows муҳитида ишловчи AVR –микроконтроллерлари учун дастурлар яратиш имконини берувчи пакет бу – AVR-Studio. AVR-Studio – бу дастурларни ишлаб чиқувчи интеграллашган муҳит бўлиб (Integrated Development Environment – IDE), ўзида AVR - микроконтроллерларининг ассемблер тили транслятори, схема ичи дастурлашни қўллаб-қувватлаш учун юқори поғона дастурий таъминоти ва хатоликлардан тўғрилаш функцияларини жамлаган. Ушбу диплом ишида AVR-Studio дастурий муҳитида бир неча дастур тузилди ва ушбу дастурий муҳитнинг самарадорлиги ва қуллайлиги аниқланди.

Хар бир алоқа корхонаси унинг ишлаб чиқариш технологияси ишлатадиган ҳом - ашёси, чиқарадиган маҳсулоти ва жойлашган биноларнинг конструкциясига кўра ёнғин чиқишига, портлашига ва ёнғин чиққан тақдирда унинг тарқалишига, ёнғиннинг асоратига асосланган ҳолида ёнғинга ва портлашга хавфли даражаси белгиланилади.

Компьютер хоналарида иш жойи тўғри ташкил этилиши иш унумдорлигини ошириш, чарчашни олдини олиш, иш жойидаги жихозларни ва ускуналарни тўғри жойлаштиришни омиллар, рангларни тўғри танлай билишдир. Ускуналар шундай жойлашиши керакки ишчилар ортиқча ҳаракатсиз, ўзини зўриқтирмасдан осонгина фойдаланиш.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ислом Каримовнинг мамлакатимизни 2013-йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014-йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси. Тошкент, 18.01.2014й.
2. Шарапов А.В. Цифровые и микропроцессорные устройства: Учеб. пособие. — Томск: ТМЦ ДО, 2003. — 166 б.
3. Кривченко И.В. Микроконтроллеры общего назначения для встраиваемых приложений производства Atmel Corp. / И.В. Кривченко // Электронные компоненты. — 2002. — №5. 69—73б.
2. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. — М.: ИП «Радиософт», 2002.
3. www.atmel.com.
4. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 560 б.
5. Микроконтроллеры AVR — самоучитель начинающим с нуля: Краткий курс [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://avr123.nm.ru>
6. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega : Рук. пользователя.
— М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. — 592 с.
7. Лабораторный комплекс «Микроконтроллеры и автоматизация». Техн. описание.
— Челябинск : НПП «Учебная техника – Профи», 2009. — 20 с.
8. Лабораторный комплекс «Микроконтроллеры и автоматизация» : Метод. указания к проведению лаб. работ. — Челябинск : НПП «Учебная техника – Профи», 2009. — 98 с.

9. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности.
Ўқув қўлланма. Омега. С. Петербург-М.-Краснодар. 2004.
- 10.Субанов Б.Д., Додобаев Ю.Т. Экология и жизнедеятельность.
Ўқув қўлланма. Т.: 2003