

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті**

**Қ.С. Шоланов
Ж.Т. Жұмашева**

МЕХАТРОНИКА ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКА НЕГІЗДЕРІ

**Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған**

Алматы 2010

ЖОК 681.5 (075.8)

ББК 32.816я73

Ш 78

Ш 78 Шоланов Қ.С., Жұмашева Ж.Т. Мехатроника және робототехника негіздері: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2010 – 119 б.

Сурет 39. Кесте 1. Әдебиеттер тізімі – 29 атау.

ISBN 978-601-228-180-4

Оқу құралы робототехника мен мехатрониканың даму тарихы, робототехникалық және мехатрондық жүйелерді құрудың негізгі принциптері және қолданылуы, сонымен қатар, мехатроника және робототехника саласының негізгі мәліметтерімен таныстырады. Мехатроника және робототехника – ЮНЕСКО-мен ғылым мен техниканың приоритетті бағыттарының бірінші ондығына кіргізілген жаңа ғылыми бағыт – мехатрониканы түсінуге және кәсіптік бағдарға қажетті бастапқы білімдерді қалыптастырады.

Мехатрондық жүйенің типтік құрылымы және құраушы модульдері қарастырылған. Басқарушы кешендерді бағдарламалық қамтамасыз ету және аппараттық бөліктері туралы бастапқы мәліметтер мазмұндалған. Ақпараттық-өлшеуіш және коммуникациялық жүйе, сонымен қатар, орындаушы құрылғылар мехатрондық қозғалыс модульдері ретінде қарастырылған.

Ұсынылған материалдар – мехатроника және робототехника бойынша тікелей кәсіптік білімдерді қалыптастыратын арнайы пәндерді әрі қарай оқып-үйренуге қажетті.

Оқу құралы «Аспаптар жасау», «Автоматтандыру және басқару» мамандықтары және мехатрондық техника және роботтарды қолданумен байланысты басқа да мамандық бойынша оқитын студенттер мен магистранттарға арналған. Оқу құралындағы материалдарды ғылыми қызметкерлердің де пайдалануларына болады.

ЖОК 681.5 (075.8)

ББК 32.816я73

Пікір жазғандар: Ж.Ж. Байғұншиев, Қазақстан Республикасы

Ұлттық Ғылым Академиясының академигі

А.Б.Бекбаев, техн. ғыл. докторы, профессор

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің

2010 жылғы жоспары бойынша басылды.

ISBN 978-601-228-180-4

© Шоланов Қ.С.,

Жұмашева Ж.Т., 2010

© ҚазҰТУ, 2010

КІРІСПЕ

Адамның тіршілік әрекетінің барлық салаларында электроника және микроэлектроника құралдарының көмегімен басқарылатын техниканың қолданылуы – қазіргі заманғы техникалық прогрестің ерекшелік белгісі болып табылады. Қазіргі уақытта «ақылды» кибернетикалық машиналардың қолданылуы күнделікті іске айналды. Тұрмыста берілген бағдарламамен жұмыс істейтін ас үй комбайны, ыдыс және кір жуатын машиналар және басқа да техника пайдаланылады. Балалар әр түрлі қызықты функцияларды орындау мүмкіндігі бар қашықтан басқарылатын ойыншықтармен ойнайды.

Транспорттық машиналарды, мысалы, автомобильдер, ұшақтар, поездар және жүк көтеретін лифттерді басқаруға арналған электрондық құрылғылар кең қолданылады. Станоктар, крандар, өнеркәсіптік роботтар, сонымен қатар, турбиналар, іштен жану қозғалтқыштары және электр-қозғалтқыштарына жататын энергетикалық машиналардың қозғалысын электрондық құрылғылардың көмегімен басқаруды елестету қиын. Тек, транспортта және өндірісте ғана емес, сонымен қатар, ғарышта және су астында, медицина және спортта, жарнама және офистерде – құрамдас электрондық және микроэлектрондық аппаратураға және компьютерлік басқаруға (микропроцессорлық) негізделген, интеллектік қасиеттері бар, қозғалыстың берілген функцияларын орындауға арналған техникалық құрылғылар мен машиналар қолданылады.

Жоғарыда келтірілген техникалық құрылғылардың құрамында мехатрондық жүйелер бар. Олар тікелей мехатрондық құрылғылар болып табылады.

Сондықтан, қозғалыс функцияларының табысты орындалуы үшін әр түрлі электрондық құрылғылар қолданылатын техникалық жүйелер мехатрондық құрылғылар болып табылады.

Мехатрондық құрылғылардың талдау және синтезімен айналысатын ғылым – мехатроника деп аталады.

Мехатроника екі ғылыми-техникалық бағыттың бірігуін білдіреді. «Мехатроника» термині осы бағыттардың аталуынан «МЕХАника» және «электРОНИКА» шыққанын оңай байқауға болады. Қарапайым техникалық жүйелердің құрамына электрондық құрылғылар кіре бастаған кезден бастап, мехатрониканың негізгі бастамалары қалыптаса бастады. 1984 жылы Жапония инженер-механиктер қоғамының мехатроникаға арналған жеті томдық басылымды шығаруы, «мехатрониканы» ғылыми бағыт ретінде бекітті.

Мехатрониканың пайда болуына робототехниканың дамуы ықпал етті.

Робототехника – зерттеу нысаны роботтар болып табылатын ғылыми бағыт.

Ең алғаш рет «РОБОТ» сөзі 1920 жылы Чех жазушысы Карел Чапектің қойылымында пайда болды. Қойылымда робот адамға ұқсас (антропоморфтік) машина ретінде көрсетілді. «Робот» сөзі чех тілінде «работа» деген сөзден шыққан. Фантазиядан шындыққа яғни, әдебиет кейіпкерлері және адамға ұқсас ойыншықтардан қазіргі кездегі роботтарға дейін көшу үшін біраз уақыт қажет болды. «Робот» ұғымының әр түрлі анықтамалары бар, бірақ белгілі жапон ғалымы Э. Наканомен берілген, төменде келтірілген анықтама біршама нақтырақ болып табылады.

Робот – сезу және ақыл-ой органдарының көмегімен қандай– да бір жұмысты орындауға қабілетті, адам немесе басқа да тірі жанмен сыртқы немесе функционалдық ұқсастығы бар механикалық құрылғы.

Өнеркәсіптік роботтар (ӨР) роботтардың бір түрі болып табылады.

Өнеркәсіптік робот – стационарлық немесе қозғалмалы автоматтық машина, ол бірнеше қозғалыс дәрежелері бар және адамның кейбір функцияларын өндірістік үрдісте орындауға арналған қайта бағдарланатын құрылғы.

ӨР-ды қайта бағдарламалау автоматтық түрде (біршама жетілдірілген роботтарда) немесе адам-оператордың көмегімен жүзеге асырылады.

Роботтар – құрамында қозғалысты басқаруға арналған электрондық құрылғысы бар техникалық жүйелер. Сондықтан да, роботтар типтік мехатрондық құрылғылар болып табылады. Робототехника – зерттеу объектісі роботтар болып табылатын ғылыми бағыт. Робототехника ғылыми бағыт ретінде мехатроникадан бұрын қалыптасты, ендеше мехатроника негіздері робототехникадан басталады деп айтуға болады.

Қазақстанда роботтар механикасының дамуына белгілі ғалым, академик Ө.А. Жолдасбековтың қосқан үлесі зор.

1 – БӨЛІМ

РОБОТОТЕХНИКА ЖӘНЕ МЕХАТРОНИКАНЫҢ ДАМУ ТАРИХЫ

1.1. Робототехниканың пайда болу және даму шарттары

Ғылым мен техниканың кез-келген саласының пайда болуы және дамуы – белгілі бір уақыт аралығында жүретін, басқа да объективтік және субъективтік себептер мен жағдайларға тәуелді және өзара байланысты күрделі үрдіс болып табылады. Кейбір жағдайларда осы немесе басқа техникалық құрал ерте пайда болады да, осы техникамен байланысты нақты ғылыми бағыттың дамуына алғы шарттар тудырады. Кейбір жағдайларда, жинақталған ғылыми білімдерімізге байланысты техниканың жаңа түрін құру мүмкіндігіне ие боламыз немесе бар техниканы жетілдіреміз. Робототехниканың, мехатрониканың пайда болу және даму тарихы, сонымен қатар, роботтар мен басқа да мехатрондық құрылғылардың пайда болу және жетілдірілу үрдісі – жаңа техниканы құру, сондай-ақ, ғылыми бағыттарды дамытудағы күрделі себеп-салдар байланысы туралы куәләндіреді. Мысалы, алдымен роботтар құрылды, содан кейін, роботтардың қолданылуына байланысты ғылыми бағыт – робототехника қалыптасты. Сонымен қатар, кей жерлерде алдымен примитивтік, содан кейін, біршама күрделі мехатрондық құрылғыларды құру үшін параллельді түрде ғылыми білімдер саласында алғы шарттар құрылды және тәжірибе жинақтау кезінде шарттар дайындалды. Микроэлектрониканың негізінде, басқаратын және ақпараттық жүйелері бар жаңа техникалық жүйелердің кең класының пайда болуы – мехатроника ғылыми саласының пайда болуына және дамуына себеп болды. Сонымен, робототехника мехатрониканың ғылыми бағыттарының бірі болып табылады.

Роботтарға ұқсас механикалық адамдарды құру ұсынысының пайда болу тарихы және қалыптасуы өзінің бастауын ежелден алады. Талос деп аталатын мыс алып адам туралы алғашқы еске түсірулер б.з.д. III ғасырда белгіленген.

Адамның қозғалыстарын дәл көшіретін, жүзден астам автоматтарды өзінің кітаптарында сипаттайтын, I ғасырда Александрияда өмір сүрген Үлкен Геронның жұмыстары белгілі. Автоматика элементтерінің және робототехниканың дамуына сағаттардың пайда болуы және жетілдірілуі мәнді әсер етті. Әр түрлі автоматтардың негізін күрделі механизмдер құрады. Автоматиканың техникалық құралдарының дамуына және олардың іс-әрекетінің қағидаларын жасауда XIX ғасырда электрдің ашылуы және тәжірибе жүзінде қолданылуы жаңа импульс берді. Адамзаттың көпғасырлық арманы – еңбек ету кезінде адамды алмастыратын құрылғыны, яғни, роботтарды құруды жүзеге асыру XX ғасырдың басындағы жаратылыстану және қолданбалы ғылымдар саласының жетістіктері болып табылды.

1927 жылы американдық инженер Дж. Венсли “Televox” деп аталатын бірінші роботты құрастырды. Бұл робот адаммен сырттай ұқсастығы болды және команда бойынша элементарлық қозғалыстарды орындай алды. 1928 жылы Жапонияда “Естествоиспытатель” деп аталатын бірінші робот құрылды. Бұл робот электрқозғалтқыштардың көмегімен қолдарының және басының орналасуларын өзгерте алды.

Бірінші примитивтік роботтардан қазіргі кездегі интеллектуалды роботтарға дейін – робототехника жүріп өткен жол болып табылады. Сонымен, осының барлығына есептеу техникасы мен электрониканың қарқынды дамуы және де бірінші кибернетикалық машиналар – сандық бағдарламалау станоктарымен басқарудың пайда болуы әсер етті.

Шындығында да, 1951 жылы Дж. Фон Нейманның “Кибернетикалық автоматтардың жалпы және логикалық теориясы” еңбегінің жарыққа шығуы есептеу техникасының дамуына серпіліс берді. Осыдан кейін электрондық есептеуіш машиналарын (ЭЕМ) жобалау және жасау технологиясы қарқынды дами бастады. Қысқа уақыт ішінде электрондық есептеуіш машиналарының бірнеше өкілдері ауысты. ЭЕМ-ның 1-ші өкілдерінің негізін электрондық-вакуумдық лампалар, 2-ші өкілдерін транзисторлар, 3-ші өкілдерін интегралдық схемалар

құрады. 4-ші өкілдің элементтік базасы болып аса үлкен интегралдық схемалар (АУИС) табылды, ал қазіргі кездегі ЭЕМ-ның негізін микропроцессорлар және микропроцессорлық жиынтықтар құрайды.

Микропроцессорлар – тек қана роботтар ғана емес, сондай-ақ барлық мүмкін болатын станоктар, транспортты басқару жүйелері, көптеген басқа да құрылғылар, тұрмыстық техника аспаптарына дейін және ойыншықтар жабдықталған миниатюрлік есептеу құрылғылары.

Жоғарыда айтылғандай, робототехниканың, соның ішінде роботтардың басқару жүйесінің дамуына сандық бағдарламалау станоктарымен басқарудың пайда болуы ықпал етті. Егер, тарихқа қайтып оралсақ, өндірісті автоматтандыру ұсынысы XX ғасырдың басында, 1907 жылы Форд зауытында автоматтық желі құрылғанда пайда болды. Бірақ, бірінші сандық бағдарламалаумен басқарылатын металл өңдейтін станок 1952 жылы құрылды. Осы басқару қағидасы кейінірек роботтар үшін де қолданылды.

АҚШ-та Р. Герцтің жетекшілігімен атомдық станцияларға қызмет ететін манипулятордың жасалуы кезінен, яғни 1954 жылдан бастап қазіргі заманғы робототехника өз бастауын алады. ANL Model-1 деп аталған манипулятор Арагон ұлттық зертханасында жасалынған (қысқаша ағылшынша ANL). Алғашқы роботтардың консольдық құрылымы болды және адамның қолына ұқсас жасалынды. Антропологтардың айтуы бойынша адамның қолы 27 қозғалмалылыққа ие, ал роботтар аз қозғалысқа ие, себебі, керісінше жағдайда олардың құрылымы тез күрделенеді және басқаруы бойынша мәселелер тууы мүмкін.

Роботтарды жаппай қолдану өнеркәсіптік роботтарды құрумен байланысты. Өнеркәсіптік роботтар (ӨР) роботтардың бір түрі бола отырып, берілген бағдарлама бойынша қолдың кейбір функцияларын автоматты түрде орындайтын механикалық құрылғы болып табылады. ӨР-ның кең таралуы 1962 жылдан "Unimate" және "Wersatran" роботтарын жасаудан басталды. Бұл роботтар қысыммен құю, соғу, нүктелік пісіру,

қалтамаларды жабу және т.б. технологиялық үрдістерге қызмет етуге арналған.

ТМД территориясында 1971 жылы П.Н. Белянин және Б.Ш. Розиннің жетекшіліктерімен роботтың бірінші тәжірибелік үлгісі жасалынды және УМ-1 деп аталынды. Бұл жүк көтеру қабілеттілігі 40 кг болатын, гидрожетегі бар өнеркәсіптік робот болды. УМ-1 роботының позициондық аналогты-трансформаторлық бағдарламалық басқару жүйесі болды. 1970-1985 жылдар аралығында өнеркәсіптік роботжасау саласын дамытуда жаңа серпілістер байқалды. Мамандардың бағалауы бойынша, 1990 жылы бұрынғы КСРО территориясында роботтарды тұтыну 375 мың бірлікті құрауы тиіс болған. Бірақ, бұл болжаулар толығымен ақталынған жоқ, және қазіргі уақытта робототехникаға деген қызығушылықтың жоғалуы және ӨР өндірісінің төмендеуі байқалады. Сонда да робототехника ғылымының дамуы жалғасуда, ал ғалымдар мен конструкторлар жаңа, қазіргі заманғы роботтарды құрастыруда.

Американдық журналдың деректері бойынша, 1990 жылы роботжасау саласы құны 485 млн. АҚШ долларын құрайтын тапсырыстар орындады және 517 млн АҚШ долларын құрайтын рекордтық тапсырыстар алды.

Қазіргі уақытта дүние жүзінде 700 мың шамасында роботтар жұмыс істейді. 2020 жылдың басына роботтардың саны 1 200 мыңға жетеді деп жобалап айтуға болады. Роботтардың қолданылу саласы тұрақты түрде кеңейуде. Өз кезегінде робототехника саласының әрі қарайғы дамуы осы ғылым саласының қызығушылықтарына ғылымның басқа бағыттарының пәні құрайтын мәселелердің кең шеңберінің қосылуын талап етті. Мысалы, робот жанды заттардың кейбір функцияларын орындайды. Осы себепті робототехника күрделі механикалық жүйелерді құрумен тығыз байланысты. Нақтырақ айтқанда, робототехниканың бір бөлімі – роботтар құрамында қолданылатын механизмдер мен механикалық құрылғылардың талдауы және синтезімен айналысатын роботтар (манипуляторлар) механикасы бар.

Сезудің жасанды органдарын құрумен робототехниканың бір бөлімі – сенсорлық технология айналысады.

Информатика және жасанды интеллект саласындағы нәтижелер мен жетістіктер роботтың «миын» құру үшін қолданылады.

ӨР-ны зерттеумен және оларды құрумен айналысатын робототехниканың бір бағыты – өнеркәсіптік робототехника өндірістің роботтарға деген қажеттілігіне бағытталған.

Өлшеу технологиясында роботтар үшін техникалық көру жүйесін құрумен айналысатын бағыт бар.

Бейнелерді айырып тану теориясының мақсаты – роботқа қоршаған орта заттарын айырып тануға мүмкіндік беретін аппарат құру болып табылады.

Роботтың функциясын жақсырақ түсіну үшін адамның ұқсас функцияларымен салыстыра отырып көрсетуге болады.

1.1-суретте адамзаттың функцияларына ұқсас роботтың функциялары сандармен белгіленген.

Осы функциялар төмендегідей:

1– жасанды иіс сезу;

2– жасанды интеллект;

3– техникалық көру;

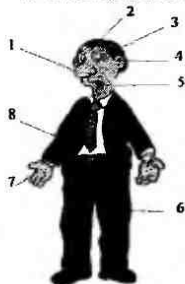
4– сөйлеу анализаторы;

5– сөйлеу синтезаторы;

6– жасанды аяқтар (қадамдайтын аппарат);

7– жасанды білезік (білезіктен бастап саусаққа дейінгі бөлім);

8– механикалық қолдар (манипулятор).



1.1- сурет. Адам мен роботтың функционалдық мүмкіндіктерін салыстыру

1.1-суретте көрсетілгеніндей, механикалық қол манипулятор деп аталады. Сондықтан да, техникалық әдебиетте «Манипуляциялық робот» термині қолданылады. Басты мақсаты адам қолының функцияларын суреттеу болып табылатын роботты манипуляциялық робот деп атаймыз. ӨР-ды өндіріске ендіру үрдісі роботтандыру деп аталады. Құрамына ӨР кіретін өндірістік бөлімшелер роботтандырылған технологиялық жүйелер (РТЖ) деп аталады. Роботтандырылған кешендер (РТК) РТЖ-ның негізгі құрылымдық бірлігі болып табылады. Кешен ішінде автоматтандырылған жұмыс циклін қамтамасыз ететін, бір немесе бірнеше ӨР кіретін РТК белгілі-бір дәрежеде автономды түрде жұмыс істейтін өндіріс жабдықтарының жиынтығы болып табылады. Әр түрлі РТК-лар өзара түйіскен жерлерінде РТЖ құрайды.

1.2. Мехатрониканың пайда болуы және дамуына себеп болған негізгі факторлар

Ғылымның екі саласы — «электромеханика» және «мехатроника» қайсыбір мағынада олардың механикалық жүйелері назар аударатын объектілері болып табылатындығымен бір-біріне ұқсас болып келеді. Бірақ та, олардың ғылым мен техника дамуының әр түрлі деңгейлерін көрсететіндігі — осы ғылыми салалардың мәнді айырмашылығы болып табылады.

«Механика» және «электротехника» ұғымдарын біріктіретін «электромеханика» термині электрдің ашылуына және техника саласында электрлік құрылғылардың іс жүзінде қолданылуына байланысты. Мысалы, электрмеханиканың типтік объектісі болып табылатын электрмеханикалық түрлендіріш электрлік шамаларды (ток күші, кернеу) сәйкесінше механикалық жылжуларға немесе керісінше түрлендіретін құрылғы болып табылады. Электрқозғалтқыштар және генераторлар, мензерлік шкаласы бар электрөлшеуіш аспаптар және электромагниттік реле және т.б.

электрмеханикалық құрылғылардың мысалдары болып табылады.

Қазіргі заманғы техникалық прогресс жаңа материалдар және биотехнология негізінде электрониканың қарқынды дамуымен сипатталады. Электрониканың дамуымен және осымен байланысты микропроцессорлық техниканың, информациялық сигналдарды өңдеу құрылғыларының және энергияны түрлендіруге арналған электрондық аспаптардың қолданылуымен мехатроника ғылыми саласының пайда болуы және мехатрондық құрылғыларды қолдану мүмкін болды. Электрониканың қазіргі заманғы деңгейі электрондық аппаратураны ораудың үлкен тығыздығына қол жеткізумен сипатталады. Жаңа материалдарды қолдану және электрондық схемаларды жасаудың жоғары технологиясын қолдану, сонымен қатар, электрондық сұлбаларды құрастырудың модульдік қағидасын қолдану микроминиатюрлі электрондық бұйымдарды -- интегралдық схемаларды (ИС), үлкен (ҮИС) және аса үлкен интегралдық схемаларды (АҮИС), сонымен қатар, бағдарламаланатын интегралдық схемаларды -- микропроцессорларды құруға әкеліп соқты.

Микроминиатюрлі электрондық аспаптарды жобалау, жасау және қолдану туралы ғылым микроэлектроника деп аталады.

Микроэлектрониканың жетістіктері нәтижесінде жүздеген, миллиондаған микроминиатюрлік электрондық бұйымдарды бір кристалда орналастыруға және күрделі логикалық және басқа да операцияларды орындауға қабілетті электрондық схеманы құруға болады.

Электрондық схемалардың мүмкіндіктерінің өсуі, бағасының және салмағының төмендеуі, оларды техникалық жүйелерге сәтті орналастыру мүмкіндігін тудырды және осы техникалық жүйелердің де мүмкіндіктерін кеңейтті. Сонымен, микроэлектрониканың дамуы мехатрониканың пайда болуына және дамуына мүмкіндік тудырды. Мехатрондық құрылғыларда микроэлектроника құралдарының қолданылуына интеграция (орама тығыздығының артуы) есебінен микроэлектроника

құралдарының қоршаған орта әсерлеріне аса тұрақтылық қасиеттерге ие болуы әрекет етеді. Мысалы, ұшақтарда орналастырылған электрондық аппаратура электр шуларының, механикалық тербелістердің және температура өзгеруінің кең диапазоны әсерлеріне ұшырайды.

Мехатрондық құрылғылар төзімділік және сенімділік, сонымен қатар, дәлдік және информациялық жүйелердің шапшаңдығы қасиеттеріне ие болуы қажет. Сонымен қатар, мехатронизация микроэлектроника алдында жаңа міндеттер жүктейді. Сонымен, мехатроника және микроэлектроника үрдістерінің дамуы өзара байланысты және өзара негізделген.

Мехатрониканың пайда болуында робототехниканың дамуының да рөлі бар. Роботтарды жетілдіруге және автоматтық басқарылатын, интеллектуалдық роботтарды құруға ұмтылу мехатрониканың дамуына әсер етті.

1.3. Мехатроника, робототехника және басқа да ғылыми салалар арасындағы өзара байланыстар

Жоғарыда айтылғандай, кез-келген ғылыми бағыт та, техниканың кез-келген объектісі де бос жерде пайда болмайды. Ғылым мен техниканың дамуы, ғылыми білімдердің жинақталуы, адам құрастырған объектілерді жетілдіру – адам өзінің мүмкіндіктерін кеңейтумен, табиғат заңдылықтарын меңгеруге және қолдануға тұрақты түрде ұмтылысымен байланысты. Жасанды адамның – роботтың функционалдық мүмкіндіктерін табиғат жаратқан адам баласының мүмкіндіктерімен салыстыру – бір жағынан, ғылым мен техниканың қазіргі кездегі дамуы, екінші жағынан, қазіргі кезеңдегі танылмаған білімнің үлкен көлемі және адам құрастырған объектілерді жетілдірудің шексіз мүмкіндіктерінің болуы куә.

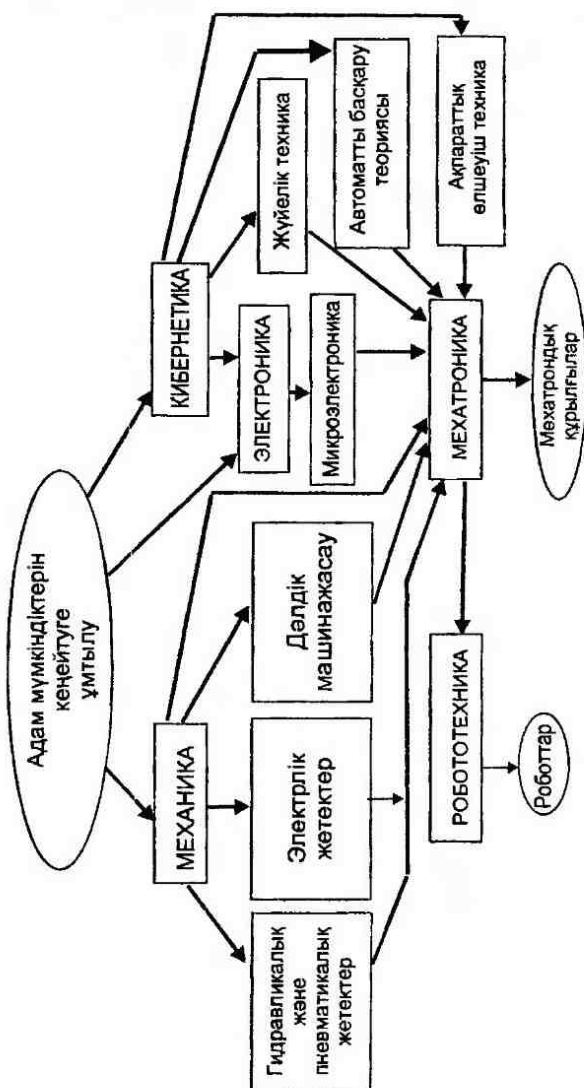
Мехатроника ғылымның бір саласы бола отырып, ғылым мен өндірістің басқа да салаларында алынған жетістіктерді қолдана алады. Мехатрониканың негізінде өз кезегінде ғылым мен техниканың басқа да салалары дамиды, жаңа ғылыми

бағыттар пайда болады. 1.2- суретте мехатрониканың, робототехниканың, сонымен қатар, ғылым мен техниканың басқа да салаларының өзара байланысы көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғанындай, зерттеу объектісі тек қана роботтар болып табылатын Робототехника саласы Мехатрониканың бөлімі болып табылады. Мехатрониканың зерттеу объектісі болып роботтардан басқа басқа да мехатрондық құрылғылар табылады.

Сұлбаға түсініктеме ретінде келесіні айтуға болады: системотехника – күрделі жүйелерді жобалау, құру, сынау және пайдалану мәселелерін қамтитын ғылыми-техникалық сала. Сонымен қатар, 1.2- суреттегі сұлбаны қысқарту мақсатында тек қана мехатроника мен робототехникаға ғана қатысы бар ғылым мен техниканың әр түрлі бағыттарының байланысы көрсетілген, ал басқа да ішкі байланыстар көрсетілмеген.

Бақылау сұрақтары:

1. Қандай техниканың дамуы робототехниканың пайда болуына әсер етті?
2. Бірінші манипулятор қандай деп аталды және ол қашан жасалынды?
3. Роботтардың қандай функциялары адамның функцияларына ұқсас?
4. Қай бағыт бұрын пайда болды: мехатроника ма әлде робототехника ма?
5. Робот дегеніміз не?
6. «Микроэлектроника» ұғымына анықтама беріңіз?
7. «Мехатроника» термині қалай алынған?



1.2-сурет. Мехатроника мен робототехниканың басқа ғылым салаларының арасындағы орны

2 – БӨЛІМ

МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ЖІКТЕЛУІ

2.1. Мехатроника пәні және анықтамасы

«Жүйе» мағынасы әр түрлі контексте (мағына жағынан тиянақты текстiнiң бөлiгi) қолданылатын және ғылымның әр түрлi саласында кең таралған ұғым болып табылады.

«Жүйе» – система, белгiлi тәртiп, бiркелкi деген мағынаны бiлдiредi.

Бұл жағдайда нәтижесiнде материя, энергия және информация берiлетiн (жылжытылатын, қозғалатын), жиналатын, бiрiгiп белгiлi бiр операцияны (iс-әрекеттi) орындауға қабiлеттi, құраушылардың белгiлi түрде өзара байланысқан жинағы (жиынтығы) жүйе деп аталады. Кей жағдайда жүйенi құраушы бөлшектер табиғаты жағынан әр түрлi болады, мысалы: электрлiк, химиялық, механикалық немесе биологиялық.

Мысалы, компьютерлерде сыртқы жады ретiнде қатқыл магниттiк дискiде жинақтаушы-винчестер қолданылады. ҚМДЖ техникалық жүйе болып табылады, ол табиғаты әр түрлi элементтердiң жиынынан тұрады, дәлiрек айтқанда:

- алюминий немесе керамика қорытпасынан жасалған, бетiне ферролак жағылған дискiден;
- магниттiк бастиек блогынан;
- дискiнi айналдыру және бастиектi басқаруға арналған электрқозғалтқыштан;
- электрондық басқару блогынан (контроллерден) тұрады.

Жүйеде энергия және ақпараттың түрленуi жүредi. Шындығында да, электрлiк энергия механикалық энергияға түрленедi, яғни диск және бастиек қозғалысқа келтiрiледi, осымен қоса бiр уақытта бұл қозғалыстарды орындау үшiн информацияны беру және түрлену жүредi. Бұл жүйе информацияны сақтауға, жазуға және оқуға мүмкiндiк бередi. Бұдан жылу энергиясын алуға болады, себебi жұмыс кезiнде ҚМДЖ корпусы қызады.

Микроэлектрониканың және электрондық қондырғыларды жасау технологиясының дамуына байланысты, микроэлектрониканы және есептеу техникасы құралдарын қозғалысты, басқаруда қолдануға мүмкіндіктер туды. Бұл міндеті басқарылатын қозғалыстарды орындау болып табылатын, механикалық және электрондық екі құраушы бөлімдерден тұратын мехатрондық жүйелерді құру мүмкіндігін берді. Жоғарыда келтірілген ҚМДЖ мехатрондық құрылғының мысалы болып табылады.

Жапондық болжауларға сәйкес, болашақта барлық машина-қондырғылар мехатрондалып, мехатрондық қондырғылар адамдар өз қызметтерінде қолданатын қарапайым аспаптар болып табылатын кең сұраныстағы заттар болып табылады [2]. Мехатрондық жүйелерді, компьютермен басқарылатын машиналарды құру, пайдаланумен айналысатын ғылым саласы «Мехатроника» деп аталады. Мехатроника пәнін келесі түрде тұжырымдауға болады [4]: «Мехатроника – электрондық, электротехникалық және компьютерлік құраушылармен дәлдік механикасы түйіндерінің синергетикалық бірігуіне негізделген, сапалы жаңа модульдер, жүйелер және машиналарды және олардың функционалдық қозғалысын интеллектуалды басқаратын, жобалау және өндіруді қамтамасыз ететін ғылым мен техниканың саласы».

Интеллектуалдық басқару – жасанды интеллект теориясы, есептеу техникасының қазіргі заманғы аппараттық және бағдарламалау құралдары теориясына негізделген басқару болып түсіндіріледі.

Осы анықтамадан, мехатроника техникалық жүйелерді құруда жаңа тәсілді ұсынып отыр, дәлірек айтсақ: энергетикалық және ақпараттық ағынның бар болуы және өзара байланысын ескеру. Анықтамада синергетикалық сипаттамаға ерекше көңіл аударылады. Синергия (грек сөзі) – жалпы мақсатқа жетуге бағытталған біріккен әрекет. Мехатроникада энергетикалық және ақпараттық ағындар берілген қозғалысты іске асыруға бағытталғандығы қарастырылады. Бастапқыда мехатрондық жүйелерді жобалау синергетикалық тәсілді ескере отырып жобаланады. Мехатрониканың негізгі объектісі – бір басқарылатын координата бойымен қозғалысты орындайтын мехатрондық модульдар болып табылады.

2.2. Мехатрондық жүйелердің құрылымы

Функционалдық түрде мехатрондық жүйе (МЖ) құрылымына келесі түрдегі негізгі элементтер кіреді:

- шығыс буынымен-жұмыс органы бар орындаушы механизм;
- орындаушы құрылғылар;
- басқару жүйесінің аппараттық және бағдарламалау құралдары;
- ақпараттық-өлшеу жүйесі;
- коммуникациялық жүйе.

Әрі қарай, МЖ-ны құраушы әрбір элемент біршама толық сипатталынатын болады.

Мұнда МЖ элементтері мен мехатрондық жүйелердің өзінің функционалдық белгілеуін орындаудағы өз орындарын және МЖ элементтерінің өзара байланысын көрсетеміз. 2.1 – суретте МЖ құрылымының функционалдық блок-сұлбасы көрсетілген. Элементтерді үйлестіру үшін жүйеге интерфейстік құрылғылар қосылған (И1-И7) [4]. Интерфейс деп арнайы қосымша сұлбалар мен құрылғыларды айтамыз. Интерфейстің негізгі міндеті – түйістіру, үйлесімділік мәселесін шешу, яғни табиғаты жағынан әр түрлі болып келетін жүйе элементтері бір-бірін «түсіну» қажет. Егер, МЖ адам-оператормен басқарылатын болса, И1 интерфейсі адам-машиналық интерфейс (қолданушы интерфейсін) болып табылады. Бұл интерфейсін негізгі міндеті – оператор (қолданушы) мен мехатрондық жүйе арасындағы байланысты қамтамасыз ету болып табылады. Егер осы уақытқа дейін қолданушы интерфейсін негізгі міндеті МЖ-ні тиімді пайдалану болса, қазіргі кезде қолданушы үшін ыңғайлылықты қамтамасыз ету талабы да қосылды. Осыған байланысты эргономика пайда болды. Эргономика – физика, физиология және психология салалары білімдерін біріктіретін пәнаралық ғылым. Мысал ретінде, И1 интерфейсі үшін монитор және пернетақтаны, басқару қалқанын, пультті, қашықтан басқару тұтқаларын және т.б. жабдықтарды келтіруге болады.

Басқару жүйесінің аппараттық және бағдарламалау құралдары блок-сұлбада басқару кешені (БК) ретінде бір блокта көрсетілген.

Басқару кешені информацияны өңдейді және келесідей негізгі функцияларды орындайды: ақпараттық ағынды басқарады; берілген шектерде МЖ көрсеткіштерінің орналасуын бақылайды; сәйкесінше басқару әсерлерін бастайды. Басқаруы нақты уақыт масштабында өту компьютерлік басқарудың ерекшелігі болып табылады. Сыртқы оқиғаларға, яғни, сыртқы ортаның және басқа да ұйытқу факторларының өзгеруіне БК кешігусіз әсер етуі керек. Сонымен бірге, БК әр түрлі сигналдарды өңдеу қажет және ақпаратты өңдеуді жүргізу керек, сырттан адам оператордан немесе сенсорлық бергіштерден ақпаратты күтуі қажет. МЖ-ні жетілдіру көбінесе БК мүмкіндіктерімен анықталады.

И2 интерфейсі, басқару әсерімен бірдей, қозғаушы жетекпен мехатрондық қозғалыс модулін орындау үшін электрлік кедергілер мен токтарды басқаруын, БК сандық шығыс сигналдары негізінде қалыптастыру үшін қызмет атқарады. И2 құрамына әдетте сандық-аналогты (СА) түрлендіргіштер, жетек үшін күшейту – түрлендіргіш құрылғылары кіреді. Мысалы, тұрақты ток электрқозғалтқышының айналу жиілігін қоректену көзіне якорды қосып және ажырату жиілігін реттеу арқылы өзгертуге болады. Осы мақсат үшін транзисторлық және тиристорлық кілт және жетекті басқару сұлбасы пайдаланылады. Ақпаратты беру кезінде алдымен сандық сүзгіш пайдаланылады, содан кейін СА – түрлендіруден кейін аналогтық сүзгілеу мен сигналдарды үйлестіру жүргізіледі.

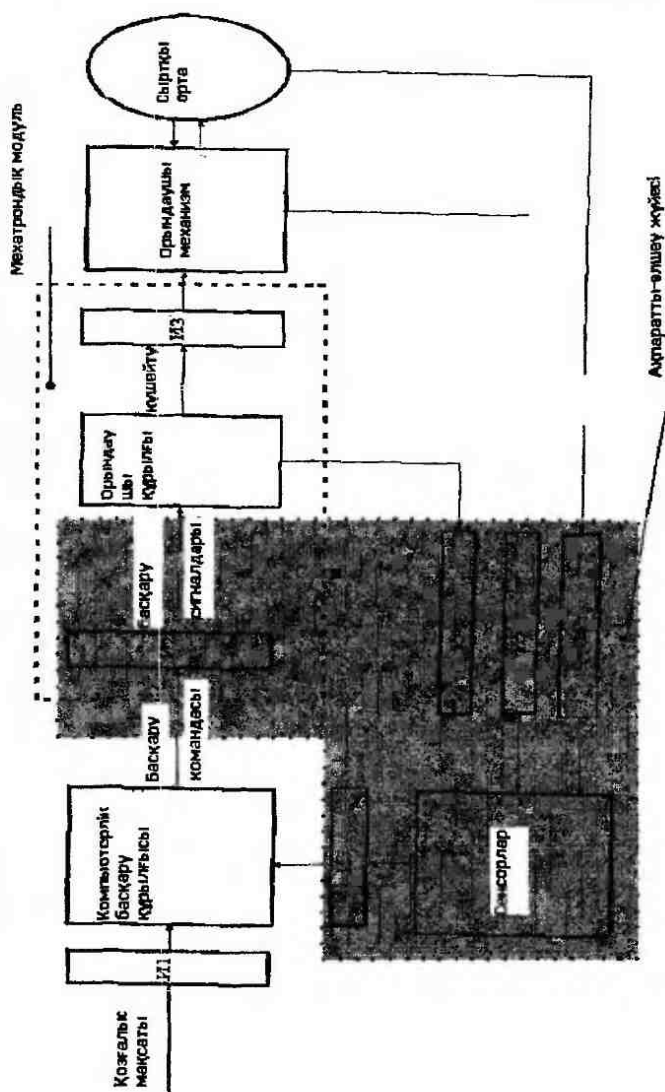
Орындаушы құрылғы (ОҚ) – қозғалу функцияларын орындайтын құрылғы. Орындаушы құрылғылар ретінде электрқозғалтқыштар, пневмо және гидрқозғалтқыштар, немесе айналмалы және сызықты жылжуды орындайтын аралас қозғалтқыштар қолданылады.

И3 интерфейсі әдетте механикалық берілістерді, трансмиссиондық түйіндер мен құрылғыларды құрайды. Бұл интерфейс орындаушы механизмнің кіріс буынына ОҚ-дан

қозғалысты беру және түрлендіруге арналған. ИЗ ретінде мысалы, редукторды, жалғастырушы муфталарды, тежегіш құрылғыларды және т.б. қарастыруға болады. ОҚ мен ИЗ жиынтығын жетек деп атайды. Басқарылатын жетек немесе мехатрондық қозғалыс модуль (МҚМ) ИЗ, ОҚ және ИЗ-тен тұрады.

Орындаушы механизм (ОМ) – өзінің жұмыс органымен берілген қозғалыстарды орындауға арналған механикалық жүйе. Нақты қосымшаларға байланысты орындаушы механизмдер құрылымы, тұтынатын қуаты және әр түрлі пайдалану сипаттамалары бойынша ажыратылулары мүмкін. Егер манипуляциялық роботтың орындаушы механизмі алты басқарылатын еркіндік дәрежелі жұмыс органы бар көпбуынды манипулятор болса, онда бинарлы буындар, мысалы, қақпақ, электромеханикалық реле екіпозициялы механизмдерге жатады. Электргидравликалық жүйеде ОМ ретінде басқарушы электрмагниттер қолданылады [6]. Құрылымдық сұлбасына байланысты қозғалмалы элемент-якорь ілгерілемелі немесе айналмалы қозғалыстарды жасай алуы мүмкін. Якорь реттеуші элементпен, гидроқақпақпен, золотникпен, дроссельмен және т.б. байланысқан шығыс буын болып та табылады.

МЖ факторларына байланысты жұмыс істеу кезінде МЖ өзара әсерлесетін сыртқы факторларда әрқашан болады. Осы факторлардың жиынтығын сыртқы орта деп атауға болады. СББ станоктың жұмыс органы үшін мысалы, металды өңдеу операциясы кезінде кесу күші сыртқы орта болып табылады. МЖ-мен өзара әсерлесу сипаттамасы бойынша детерминді және детерминді емес орталарды ажыратады. Детерминді ортаға әсері алдын-ала қажетті дәлдікпен анықталатын орталар жатады. Мысалы, кесу күші алдын-ала сараптама-тәжірибелік зерттеулер көмегімен бағалануы мүмкін. Керісінше, детерминді емес ортаның ұйтқу факторларын алдын-ала ескеру қиын, оларды басқару мүмкін емес. Мұндай орталарға су асты немесе космостық орта жатады. Соңғы уақытта анықталмаған ортада басқару үшін нақты емес логика әдістері қолданылады. Нақты емес логика, өлшеуден бұрын тез бақыланатын айнымалылармен жұмыс істейді.



2.1- сурет. Мехатрондық жүйе құрылымының блок-сұлбасы

2.1-суретте И4, И5 және И6 бергіштерінің интерфейстері көрсетілген. Бергіштер өлшенетін кіріс физикалық көрсеткішінің электрлік сигналға түрленуін орындайды. Бергіштер – бұл сезімтал элементтер (сенсорлар) мен түрлендіргіштер, олар жетектер, жұмыс органы, сыртқы орта күйі туралы ақпаратты береді. Электрмеханикалық бергіш мысалы, акселерометр болып табылады. Бұл бергіштің сезімтал элементі – серіппенің көмегімен аспаптың негізімен байланысқан инерциялық масса. Үдеулер әсерінен сезімтал элемент жылжытылады, бұл жылжыту белгілі электрлік сигналдарға түрленеді. Осылай үдеуі өлшенеді.

Бергіштердің үш класын ажыратады:

- аналогтық сигналдарды өңдеп шығаратын, аналогтық бергіштер;
- дискретті сигналдар тізбегін генерациялайтын, сандық бергіштер;
- шығыс сигналдары тек екі деңгейде болатын: «қосылған»/ «ажыратылған» (0/1), бинарлы бергіштер.

И7 ретінде техникалық көру жүйесі пайдаланылуы мүмкін. Егер, И4, И5, И6 интерфейстері аналогтық бергіштерді қосатын болса, онда КБҚ кірісіне И7 интерфейсін қояды. И7 интерфейсі аналогты-сандық түрлендіргіш болып табылады. Бұл интерфейсте барлық аналогтық сигналдар компьютерге түсу алдында сандық сигналдарға түрленулері тиіс.

И4, И5, И6 және И7 интерфейстер жиынтығы ақпаратты-өлшеуіш жүйені құрайды.

БЖ жұмыс істеуінде коммуникациялық жүйеге үлкен роль артылады. Коммуникация функцияларын орындауға арналған аппараттық, бағдарламалау құралдары кешені коммуникациялық жүйені құрайды. Коммуникация дегеніміз – ақпараттың кеңістікпен таралуы екені белгілі. Коммуникация процесі хабарды қабылдағыштың байланыс каналдары арқылы беретін қайтабергіштен тұрады. Әдетте, байланыс каналына хабарды бұрмалайтын және хабарды қабылдағышпен айырып тануға қиындатын шу әсер етеді. Мысалы, бергіштен аналогтық

сигналдарды электрлік сыммен беру кезінде резистивтік, индуктивтік немесе сыйымдылық сипаттағы қажетсіз байланыс салдарынан сигнал бұрмалануы мүмкін. Бұл жағдайда мәселені шешу үшін, аналогтық өлшеуіш сигналды жиілігі немесе ұзақтығы белгілі жағдайда шығыс сигнал деңгейінен байланысты болатын импульстар тізбегіне түрлендіру қажет. Содан кейін, осы түрлендірілген сигналды жіберу қажет. Техникалық жағынан, аналогтық сигналдарды бергіштерден сандандырудан бұрын, аналогтық сүзгіштер қолданылады, ал АС-түрлендіруден кейін сандық сүзу қолданылады.

Төмендегі құраушылардан тұратын МЖ-ның ірілендірілген құрылымы мынадай:

- жетектен, қозғалысты механикалық түрлендіргіштен және орындаушы механизмнен (орган) тұратын орындаушы жүйе;

- БК, ақпаратты-өлшеу жүйесінен және коммуникациялық жүйеден тұратын басқару жүйесі.

2.3. Мехатрондық жүйелердің жіктелуі

Мехатрондық жүйе мысалы болып табылатын роботтар үшін, техникалық әдебиеттерде әр түрлі белгілер бойынша жіктеулер келтірілген. Мысалы, технологиялық мүмкіндіктері, тағайындалуы немесе белгіленуі, басқару жүйесі, жетек бойынша жіктелуі және т.б.

Е.П. Попов [7] ұсынған, роботтарды жіктеуге негізделіп, МЖ-ні БЖ және басқаруда адамның қатысы бойынша келесі түрде жіктеуге болады: автоматтық, биотехникалық, интерактивтік (2.1-кесте). МЖ әрбір типі өз кезегінде бірнеше түрге бөлінеді.

МЖ автоматтық типі жұмыс істеу кезінде оператордың қатыспауымен ерекшеленеді. Бұл типке жататын бағдарламалық МЖ қатаң бағдарлама бойынша жұмыс істейді. Адаптивті МЖ сенсорлы бергіштер блогынан тұрады. Мұнда басқару кешені өзгермелі жағдайларда оған бейімделіп жұмыс істеуі мүмкін. Интеллектуалды МЖ жасанды интеллект элементтеріне ие,

оларда сенсорлы бергіштердің дамыған жүйесі, тез әрекетті БК бар, жағдайды анықтай және қабылдай алады, ортаның үлгісін құра алады, өзінің ары-қарайғы іс-әрекеттеріне автоматты түрде шешім қабылдай алады, сыртқы ортаның өзгерісін ескере отырып, жұмыс істей алады, тәжірибе жинақтау және өз іс-әрекеттеріне талдау жасау жолымен өз бетінше іс-әрекетін жақсарты алады. Нейротораппен басқарылатын МЖ үйретілген (оқытылған) нейротораптардан немесе нейрокомпьютерлерден басқарылады.

2.1-кесте

Типтері	Түрлері
Автоматтық	1. Бағдарламалық; 2. Адаптивті (бейімді); 3. Интеллектуалды; 4. Нейроторапты.
Биотехникалық	1. Командалық; 2. Көшірмелі; 3. Жартылай автоматты.
Интерактивтік	1. Автоматтандырылған; 2. Супервизорлы; 3. Диалогты.

МЖ биотехникалық типін басқаруда тікелей адам-оператор қатысады. МЖ бұл типі дамыған адам-машиналық интерфейс жүйесіне ие. Командалық басқарылатын МЖ-да оператор басқару пультінен ОҚ жұмысын басқарады. Бұл МЖ-де БК мен сенсорлы бергіштер блогы болмайды. Бергіштер негізінен қолайсыз жағдайлардан сақтандыруға арналған, сонымен бірге, операторға әр түрлі жағдайлардың болуын ескертеді. Мұндай жағдайда электрондық басқару жүйесі күшейткішті-түрлендіру құрылғысын, басқару пульті және т.б. қосады. Көшірмелі биотехникалық МЖ-де өзгеше тапсырыс құрылғысы бар. Оператор тапсырыс құрылғысын жылжытқан кезде, тапсырыс құрылғысымен тікелей байланысты орындаушы құрылғы тапсырыс құрылғысының жылжуын көшіреді. Жартылай автоматты биотехникалық МЖ басқару жүйесінде бір уақытта

оператор және БК қатысады. Бұл жағдайда БК міндеті оператордан келіп түскен командаларға байланысты, ОҚ-ға әсер ету сигналдарын қалыптастыру. Қозғалыстарды орындау туралы мәселе тікелей операторға байланысты болғандықтан, онда мұндай жағдайда басқару жүйесінде дамыған БК және сенсорлы бергіштері болмайды.

Интерактивті типті автоматтандырылған МЖ автоматтық және де биотехникалық МЖ ретінде жұмыс істей алады, орындалған операцияға байланысты жұмыс режимін өзгерте алатын басқару жүйесіне ие. Супервизорлы басқару жүйесі бар интерактивті МЖ операция циклін автоматтық режимде орындай алады, бірақ та, бір операциядан басқа операцияға өту оператор командасымен адам-машиналық интерфейс арқылы жүзеге асырылады. Диалогты басқарылатын МЖ-де дамыған адам-машиналық интерфейс жүйесі бар. Оператор және БК МЖ-ны бірігіп басқару жөнінде шешім қабылдайды. Оператордың БК-мен өзара байланысы арнайы тілде командаларды берумен ғана емес, БК-дан жауапты алу арқылы командаларды дауыспен беруге де болады. МЖ-нің бұл типінің жетілдірілген басқару жүйесі бар, мұнда БК қойылған мақсатқа жетуде тапсырманы қалыптастыруға қатысады.

[8] жұмыста келтірілген жіктелу бойынша роботтар сияқты МЖ-ны да 4 буын өкілдеріне бөлуге болады. Бірінші буынға, қозғалысты циклді түрде қайталайтын, бір бағдарлама бойынша ғана жұмыс істейтін МЖ жатады. Басқару жүйесінің кері байланысы жоқ, ең қарапайым және арзан болып табылады. МЖ екінші буынына, кері байланысы бар БЖ ие МЖ жатады. Мұндай БЖ жадысында бірнеше бағдарламалар бар, бұл МЖ бір бағдарламадан басқаға өте алады. Үшінші буынға, оқытуға, үйретуге қабілетті МЖ жатады. Бұл МЖ-ның БЖ-да микроЭЕМ қосылған және жетілдірілген ақпараттық-өлшеу жүйесі бар. Төртінші буын жасанды интеллекті бар МЖ табылады.

Әдебиеттерде МЖ-ны мехатрондау дәрежесіне байланысты жіктеу де кездеседі. Сонымен бірге, неғұрлым МЖ-ның функционалдық мүмкіндігі электрондық аппараттарға тәуелді

болса, оның соғұрлым мехатрондау дәрежесі де үлкен болып есептелінеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Мехатрониканың пайда болуына қандай жағдайлар әсер етті?
2. «Синергетикалық бірігу» ұғымын қалай түсінесіз?
3. Мехатрондық тәсілдің жаңалығы неде болып табылады?
4. Мехатрондық жүйе құрамына функционалды түрде қандай жүйелер кіреді?
5. Басқару кешені не үшін арналған?
6. Ақпараттық-өлшеуіш жүйесі құрамына қандай құрылғылар кіреді?
7. Басқаруы бойынша және басқаруға адамның қатысуы бойынша мехатрондық жүйелер қандай типтерге бөлінеді?
8. Автоматтық мехатрондық жүйелердің түрлерін атаңыз.
9. Мехатрондық жүйелердің әр түрлі буын өкілдеріне сипаттама беріңіз.
10. Интерактивтік мехатрондық жүйелердің түрлерін атаңыз.

3 – БӨЛІМ

МЕХАТРОНДЫҚ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

Басқару жүйесі басқару есептерін шешуге арналған және әр түрлі бағдарламалық және аппараттық жүйелерден тұрады. Осыған байланысты, осы бөлімде басқару жүйесі (БЖ) есептерін шешуге, БЖ құрылымын құру, БЖ сараптамалық қамтамасыз ету және бағдарламалық құралдарына жеке тоқталамыз. БЖ аппараттық құрылуы келесі бөлімде беріледі.

3.1. Басқару жүйесінің міндеті

Мехатроника және робототехникада ақпарат ағынының қозғалысына қатысатын мехатрондық және робототехникалық жүйе (МжРЖ) бөлігіне үлкен рөл артылады. Бұл құрамдас бөлік басқару жүйесі деп аталады. БЖ төмендегідей басқару мәселелерін орындау үшін арналған:

- Жағдайдың (орынның) өзгеруіне байланысты командаларды жобалау және қалыптастыру.

Мұндай жағдайда МжРЖ функционалдық міндетіне сәйкес, жұмыс органдарының мүмкін болатын жағдайын алдын-ала қарастыру міндеті тұрады. Мысалы, дискіде ақпараттың орналасу орнына байланысты, ҚМДЖ бастиегінен оқитын жағдай жобаланылады. Орындалатын технологиялық операцияларының түріне байланысты робот ұстағышының көптеген орналасулары жобаланады және робот буындары орналасуының өзгеруі қамтамсыз етіледі.

- Берілген кинематикалық сипаттамалары бар қозғалыстарды жүзеге асыруға командаларды жобалау және қалыптастыру.

МЖ және РЖ функционалдық міндетіне байланысты траекторияға, үдеу мен жылдамдықтың өзгеру заңдарына сәйкес белгілі - бір қозғалысты орындау үшін командалық сигналдарды жобалау және қалыптастыру қажет. Кейде барлық талаптардың орындалуын ескере отырып, қозғалыстың орындалуын жобалау қажет.

- Анықталған күштер әсерімен қозғалысты жасау командаларын жобалау және қалыптастыру.

Бұл мәселенің мәні – МЖРЖ жұмыс органдары сыртқы ортаға белгілі әсер етуі. СББ станоктарда бұйымды өңдеу кезінде дайындамаға кескіш белгілі күштермен әсер ету қажет. Қадамдық аппаратта тіреу аяғы «сырғанамау» үшін, тіреу аяғының табанына әсер ететін барлық күштер мен моменттердің геометриялық қосындысы нольге тең болуы қажет.

Басқару мәселесін шешу үшін БЖ сараптама-бағдарламалық қамтамасыздандыру пайдаланылады. Оған аспаптық (алгоритм және бағдарлама), сонымен қатар, И2, БК, ақпараттық-өлшеуіш және коммуникациялық жүйелері бар аппараттық құралдар кіреді (2.1-сурет). Сонымен, БЖ табиғаты әр түрлі модульдерді қосатын, басқару есептерін шешетін, бір мақсатқа бағынышты күрделі жүйе болып табылады.

3.2. Мехатрондық және робототехникалық жүйе басқару жүйесінің иерархиялық құрылымы

«Иерархия» сөзі – төмен шендердің жоғарғы шендерге бағыну тәртібі мағынасын береді.

МЖ басқару жүйесі роботтарды басқару жүйесі тәрізді әр түрлі болуы мүмкін. БЖ әр модулінің шешетін мәселелерінің шеңберін анықтау үшін, роботтардың БЖ құрылымдауға иерархиялық тәсілді қолданамыз [10]. Осы құрылымға сәйкес, иерархияның төрт деңгейін ажыратамыз (3.1-сурет): интеллектуалдық, стратегиялық, тактикалық және орындаушы. Жоғары, интеллектуалдық деңгей жасанды интеллектің техникалық құралынан тұрады, мысалы, жағдайды қабылдау және айырып тану үшін арналған. Бұл деңгейдің міндеті – сыртқы орта туралы толық емес ақпарат кезінде де шешім қабылдау. Осы кезде алдыңғы тәжірибе де ескеріледі, яғни, жүйе өздігінен жетілдірілуі мүмкін. Жоғарғы деңгей барлық төменгі деңгейлерден және ақпараттық-өлшеу жүйесінен ақпаратпен қамтамасыз етіледі. Интеллектуалдық деңгей функцияларын әдетте суперкомпьютерлер орындайды.



3.1-сурет. Мехатрондық жүйенің иерархиялық құрылымы

Стратегиялық деңгейде, қозғалысты элементарлық операцияларға бөлу жолы арқылы жоғары деңгейде істелінген шешімге сәйкес қозғалыс жобаланады.

«Стратегия» – жалпы мақсатқа жету үшін басшылық ету шеберлігі туралы ғылым.

Содан кейін, қозғалыстың әр тізбектілігі үшін басқару мақсаттары қалыптастырылады. Мысалы, дайындаманы қатайту қозғалысы уақыты бойынша бірнеше қарапайым тізбекті түрде орындалатын операцияларға бөлінуі мүмкін: дайындаманы шпилькаға отырғызу; гайкабұрғышты алу; барлық шпилькаларда гайканы кезекпен бұру.

Осы деңгейдің функцияларын орындау кезінде, әдетте компьютер көмегімен, жоғарғы деңгейден де, БЖ иерархия бойынша төменде орналасқан деңгейлерінен де және ақпараттық-өлшеу жүйесінен (АӨЖ) келген ақпараттар қолданылады. Кейбір жағдайларда, интеллектуалдық және

стратегиялық деңгей функциялары қатар қолданулары мүмкін. Әрбір элементарлық операциялар үшін сараптамалық үлгілерді алу операцияны қалыптастыру болып табылады. Дәлдік, тез әсер ету және т.б. критерийлерін орындау шарты кезінде жұмыс органы үшін жылдамдығы, орналасулары туралы кері есеп шешілуі мүмкін. Стратегиялық деңгей барлық МЖ қозғалысын басқару командасы түрінде, операцияларды орындау жоспары туралы ақпаратты береді.

Осы командаларды алғаннан кейін, тактикалық деңгейде МЖ жұмыс органының буындардың келісілген қозғалыстарына және техникалық сипаттамасын ескере отырып, әрбір нақты ҚММ сәйкес басқару сигналдарын қалыптастыруға бөлінеді.

Тактикалық деңгейде БК келесі функцияларды нақты уақыт масштабында орындайды:

- стратегиялық деңгейден командаларды қабылдау;
- сенсорлы бергіштер блогынан ақпаратты қабылдау және өңдеу.

Жұмыс органының берілген бағдарламалық қозғалысын орындау үшін қажет ағымдағы конфигурациясы туралы деректер кейбір деректерді орнатуға мүмкіндік береді.

- орындаушы деңгейге басқару бағдарламасын беру.

«Тактика» – тактика, әдіс, жол мағыналарын береді.

Орындаушы деңгейде басқару есептері қозғалыстың мехатрондық модульдарымен шешіледі. Мұнда жетектердің техникалық сипаттамалары мен олардың күштік түрлендіргіштерін ескере отырып, энергетикалық шығындарды азайту және берілген динамикалық, эксплуатациялық сипаттамаларын орындау шарттарынан шығатын жетекке басқару сигналдарын береді. Сонымен бірге, әдеттегі басқару алгоритмдері және басқару теориясының қазіргі заманғы жетістіктері пайдаланылады.

3.2.1. Интеллектуалды деңгейдің басқару жүйесі

Жоғарыда көрсетілгендей, МЖ басқарудың интеллектуалды деңгейінде сыртқы ортаның моделін

қалыптастыру, кескінді өңдеу және бейнені айыру болжанады, МЖ мүмкіндігін ескере отырып, МЖ алдына қойылған функционалдық мәселені шешу үшін қозғалысты жобалау. Жүйенің өздігінен жетілу үшін арнайы алгоритмдер қажет.

Жүзеге асырудың техникалық көзқарасы жағынан, сыртқы орта үлгісін қалыптастыру үшін арнайы бергіштер, сонымен қатар, техникалық көру жүйесі (машиналық көру жүйелері) қатысады. Осы техникалық құралдардан алынған ақпаратты өңдеу көптеген қиыншылықтар туғызады. Ең күрделісі көру ақпаратын талдау алгоритмі болып табылады [3]. Оларды бейнебергіштерден алынған машина түсінігінде көру ақпарат алгоритмдеріне және сахнаны талдау алгоритмдеріне бөлуге болады. Бұл алгоритмдер жасанды интеллект теориясының құралдары мен тәсілдерін қолданады. Қазіргі уақытқа дейін, бейнебергіштерден келген ақпаратты қайтадан өңдеуде ЭЕМ-ның шектеулі мүмкіндіктеріне байланысты, жазық сахнаны өңдеу алгоритмдері ең көп қолданыс тапты. ЭЕМ-ның мүмкіндіктерінің дамуы үшөлшемді сахнаны талдауға және өңдеуге көшуге мүмкіндік берді. Үшөлшемді техникалық көру жүйесі (ТКЖ) үшін бірнеше бергіштерді, жылжымалы бергіштерді және реттелетін жарықты қолдану тән. Машинаның түсінігіндегі көру ақпараты бейнебергіштер беретін сахна кескінінің пішінін алуына негізделген. Сандық кескін матрица түрінде

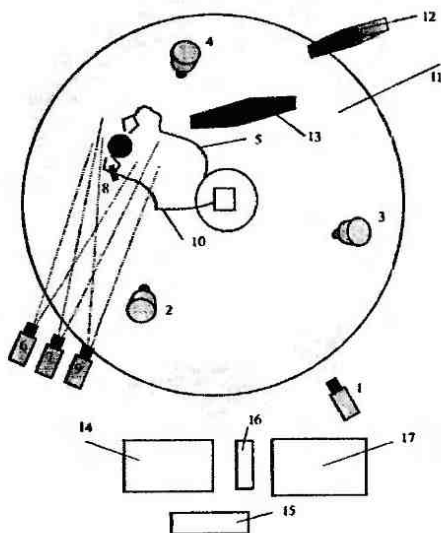
$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{pmatrix} \quad (3.2.1)$$

болуы мүмкін. Мұндағы, x, y - координаталар, $f(x,y)$ - жарыққа пропорционал шама. Жүйенің әрбір элементі пиксель деп аталады.

Көру ақпаратын машиналық өңдеу үшін дифференциалдау алгоритмі (көлемдік дифференциалдау) және жарық функциясы

алгоритмдері қолданылады. Нәтижесінде жарықтың градиент векторы алынады. Осыдан кейін, қарамға жататын нүктелер бөлінеді, пішінді сегменттеу, сызықты қиыстырып, төбені табу жүргізіледі, ең соңында қарамдық суреттің сипатталуы беріледі. Қарамды белгілеудің басқа да тәсілдері бар.

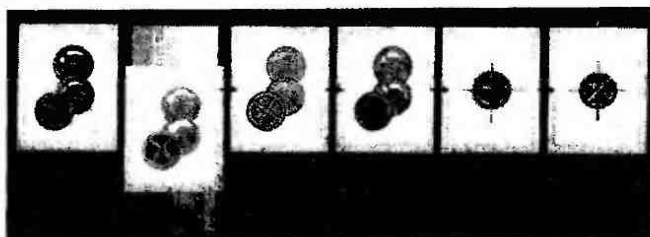
Әрі қарай, алгоритмге сәйкес қарамдық суреттің сипатталуы түрінде берілген сахнаның талдауы жасалады. Бұл грамматикалық талдау деп аталатын процесс, дене түрі мен санын, олардың қарыма-қатынасын және олар орналасқан кеңістік сипаттамаларын анықтауға бағытталған. Сахнаны талдау алынған кескінді шаблонмен салыстырумен жүзеге асырылуы мүмкін. Нәтижесінде объектінің нақты орны белгіленеді.



3.2-сурет. Роботтандырылған бөлімше

Мысал ретінде, интеллектуалды роботы бар роботтандырылған бөлімшені (3.2-сурет) келтіруге болады. 3.2-суретте 5 және 10 көпбуынды манипуляторы бар робот

көрсетілген. Манипулятор ұстағышында 5 19 тактильді (қысым бергіштері) бергіштер орнатылған, ал манипулятор ұстағышында 10 мұндай бергіштер саны - 20. Басқару үшін сенсорлы бергіштер блогына 8 техникалық көру телекамералары (1-4, 6-9) кіреді, олардың біреуі ұстағышта орналастырылған 8-нөмірдегі жылжымалы болып келеді. Камералар 1-4, 8 бөлшектерді табу және айырып тану үшін қолданылады. Тактильді бергіштерден және телекамералардан алынған ақпарат 2 микроЭЕМ-ге 14 және 17 беріледі. Бұл компьютерлер ақпаратты талдау және өңдеуді нақты уақыт масштабында жүргізеді. Бір телевизиялық кадрды өңдеу уақыты телекамераның жұмыс жиілігімен анықталады және 1/60с аспайды. Қозғалтқышты басқару қорек көзі тіреуінде 16 орналасқан қуат күшейткіші арқылы компьютерлерден басқарылады. МикроЭЕМ 17 бұйымдарды айырып тануды қамтамасыз етеді. Қажетті жарықпен қамтамасыз ету үшін реттелетін құрылғысы 12 бар қорек көзі 13 қарастырылған. Бұйымды айырып танығаннан кейін, эталонмен салыстыру арқылы оның бағдары анықталады. Бұдан кейін қозғалыс жобаланады және бөлшекті қарпу үшін манипулятордың қозғалысы басталады. МикроЭЕМ координаттарды түрлендіреді және орындаушы деңгейде басқару есептерін шеше отырып, манипулятордың қозғалысын басқарады. МикроЭЕМ жұмысын синхрондау үшін құрылғы 15 қолданылған. Объектіні айырудың негізгі мезеттері 3.3-суретте көрсетілген. Мұнда 1-нші кадрда камерадан түсірілген бөлшектердің орналасуы және түрі көрсетілген.

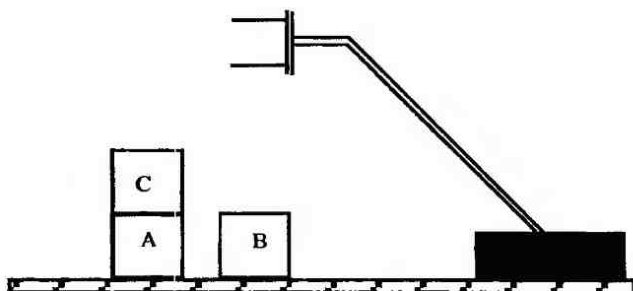


3.3-сурет. Айқындау кезеңдері

Камерадан түскен кескіндерді өңдеу үшін аналогты-сандық түрлендіргіш 256х256 нүктелерді қолданады. Әрбір нүктедегі анықтық екілік кодқа аударылады. II кадрда эталондық кескінінің видеосигналы бейнеленген. Көлемдік дифференциалдаудан кейін кескін III кадрда кескінделген түрге ие болды, ал, фильтрациядан кейін IV кадр алынды. V кадрда эталон көрсетілген, ол VI кадрдағы бөлшектердің жекеленген кескіндерімен салыстырылады. Олардың беттесуі бөлшектің дұрыс таңдалғандығын және бөлшектің бағдарын білдіреді. Осыдан кейін, қозғалыс жоспарланады және манипулятордың жұмыс органымен бөлшекті ұстау сигналы беріледі.

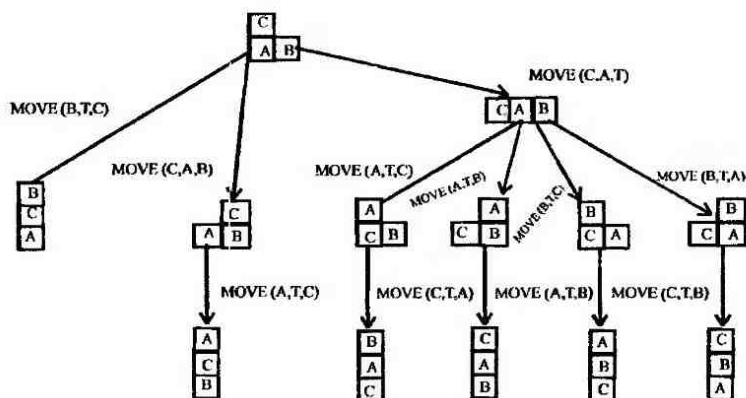
3.2.2. Стратегиялық басқару деңгейінде қозғалысты жоспарлау

Стратегиялық деңгейде басқару жүйесі әрі қарайғы іс-әрекет мәселесі туралы шешім қабылдау үшін қозғалысты жоспарлауды жүзеге асырады. Мұндай жағдайда шешімдерді құру сонымен қатар, жасанды интеллект теориясы әдістеріне де негізделеді. Қоршаған ортаны біркелкілеу жүргізілгеннен кейін, БЖ мәселесі белгілі мақсатты бағытталған қозғалыстарды іске асыруға бағытталады. Сонымен, МЖ қозғалысының мақсаты орта кеңістігін қандайда бір бастапқы күйден басқа бір күйге түрлендіру болып табылады. БЖ алдына қойылған есептің шешімі әр түрлі тәсілдермен жүзеге асырылады. Мақсатқа жетудің ең қарапайым жолы тізбекті іріктеу әдісі болып табылады. Әр түрлі нұсқаларды іріктеуде графтар қолданылады. Т бетінен және А, В және С үш жазық объектілерден тұратын жұмыс кеңістігі қарастырылатын қарапайым есепті [11] қарастырайық (3.4-сурет).



3.4-сурет. Бастапқы сұлба

Бастапқы күйде А және В объектілері Т бетінде орналасады, ал С объектісі А-ның үстінде орналасқан.



3.5-сурет. Әрекеттер тізбектілігі графы

С объектісі Т-бетінде, В объектісі С-ның үстінде, ал А объектісі В-ның үстінде орналасатындай кеңістік күйін түрлендіру қажет. Сонымен, мехатрондық құрылғы (МК) Х-тен Y-ке, одан Z-ке тек бір MOVE (қозғалту) операторын қолдана алады. Операторды қолдану үшін X, Z объектілерінің үстінде басқа объектілер болмауы тиіс. Күйге жасалатын MOVE(X,Y,Z)

операторының әрекетін граф доғасы арқылы, ал күйді төбе түрінде белгілесек, қажетті кеңістік күйінің іздеу графы құрылады (3.5-сурет). 3.5-суреттен көрініп тұрғанындай, шешім доға (операторлар) тізбегінен тұратын графта ең қысқа жолды табу болып табылады: $MOVE(C,A,T)$, $MOVE(B,T,C)$, $MOVE(A,T,B)$.

Стратегиялық және тактикалық деңгейде жоспарлау есептерін сараптамалық түрде басқарудың позициялық есебі түрінде келтіруге болады [12]. Бұл есеп келесі түрде құрастырылады.

МЖ күйі $R=\{r_j\}$, $j=1,...,n$ кеңістігімен сипатталсын. Сыртқы орта күйі $S=\{s_i\}$, $i=1,...,m$ көпмүшесімен сипатталсын. S және R өзгерулері бойынша МЖ әрекеттерінің жиынтығын $D=\{d_k\}$, $k=1,...,l$ деп белгілейік. Жалпы түрде, МЖ әсерін дифференциалдық теңдеулер жүйесі түрінде келтірейік:

$$\frac{\partial b}{\partial t} = f_r(B,D), (r=1,...,n+m); \quad (3.2.2)$$

мұндағы $B=\{b_k\}=(R,S) \sim$ МЖ және сыртқы орта (СО) жүйе күйінің вектор-функциясы.

Жүйенің мүмкін болатын күйіне әр түрлі шектеулер әсер етеді. Бұл шектеулерді сараптамалық түрде теңдеулер байланысы түрінде көрсетуге болады:

$$\begin{aligned} a_i(B) &< 0 \quad (i=1,...,m_1); \\ \beta_j(B,D) &< Q \quad (j=1,...,m_2). \end{aligned}$$

Мұндағы m_1 , m_2 – байланыстар саны.

Мақсатты бағдарланған әрекеттерді орындау нәтижесінде МЖ–СО күйінің ағымдағы (R_T, S_T) күйден мақсатты (R_K, S_K) күйге өзгеруін қамтамасыз ету қажет.

Шындығында да, ақырғы күйге жетудің көптеген әдістері бар. Осыған байланысты есептің қолайлы шешімін алу міндеті қойылады. Қолайлы нұсқасын тандап алу үшін функционал деп аталатын қандай да бір критерий енгізіледі:

$$J = \int_{t_T}^{t_K} f(B, D) dt \quad (3.2.4)$$

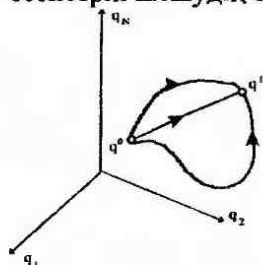
Функционал максималды (минималды) мәнге ие болған кездегі шешімін табу – қолайлы басқарудың міндеті болып табылады.

3.2.3. Тактикалық деңгейде жоспарлау

Тактикалық деңгейде әр түрлі жоспарлау әдістері [9] жұмыста қарастырылған. Кинематикалық және динамикалық жоспарлауды ажыратады.

Кинематикалық жоспарлау кезінде есептер жалпыланған координаталар кеңістігінде немесе декарттық координаталар кеңістігінде шешіледі. Жалпыланған координаталар кеңістігі деп белгілі уақыт мезетінде $Q = \{q_1, \dots, q_N\}$ жалпыланған координаттар мәндерінен тұратын Q көпмүшелігін айтамыз. $N - q$ жалпыланған координаттар саны. Декарттық координаталар кеңістігінде шешкен кезде, жұмыс органының кинематикалық сипаттамалары декарттық координаталар жүйесінде қарастырылады. Есепті шешу үшін Денавит-Хартенберг әдісін қолданып, біртекті түрлендірулер өте кең қолданылады. Қозғалысты жоспарлау нәтижесінде стратегиялық деңгейде немесе функционалдық белгіленулерден алынған қозғалыс үшін берілген уақыт аралығы үшін жалпыланған координаталардың нақты мәндері анықталады.

Жалпыланған координаттар кеңістігінде жоспарлау есептерін шешудің бір әдісін қарастырайық [9] (3.6-сурет).



3.6-сурет. Жалпыланған координаттардың өзгеруінің мүмкін болатын функциялары

t_0 бір уақыт моментінде жалпыланған координаттар векторының мәні q_0 болсын, t_1 уақыт моментінде q_1 мәніне ие болуы керек, келесі шекті шарттарды қанағаттандыратын $q = q(t)$ мәнін таңдау қажет,

$$q(t_0) = q_0, q(t_1) = q_1. \quad (3.2.5)$$

(Мұнда және әрі қарай көпмүшелік мағынасын беретін векторлық шамалар қалың шрифтімен белгіленген).

Есептің көптеген шешімдері бар болғандықтан, қосымша шарттарды енгізуге болады, атап айтқанда, жалпыланған координаттар сызықты өзгертіндей талап етуге болады. Сонымен бірге, ескеретін жағдай, жалпыланған координаталардың максималды мәні алдын-ала белгілі мәндерден $q_i^{\max}$ аспауы қажет, яғни, олар жетекпен дамытылатын техникалық мүмкіндіктерден, жылдамдығына байланысты максималды мәннен. Қосымша шарт төмендегі түрде болады:

$$|q_i| \leq q_i^{\max} \quad (3.2.6)$$

Егер бұл шарт орындалмаса, онда t_1 уақытты таңдап алу қажет.

$t \in [t_0, t_1]$ уақыт аралығында жалпыланған координаталардың сызықты өзгерісі кезінде төмендегі теңдік орындалады:

$$\frac{q - q_0}{t - t_0} = \frac{q_1 - q_0}{t_1 - t_0} \quad (3.2.7)$$

немесе (3.2.7) теңдікті түрлендіруден кейін

$$q = q_0 + \lambda(t)(q_1 - q_0), \quad (3.2.8)$$

алынады. Мұндағы

$$\lambda(t) = \frac{t - t_0}{t_1 - t_0}.$$

(3.2.8) қатынасынан туынды алып келесідей теңдікті алуға болады

$$\dot{q}(t) = \lambda(t)(q_1 - q_0). \quad (3.2.9)$$

Бұдан жылдамдық профилі деп аталатын $\lambda(t)$ енгізілген шаманың физикалық мағынасы шығады. $(q_1 - q_0)$ көбейткішіне дейінгі дәлдіктегі жылдамдық профилі i -нші мүшеленуіндегі жалпыланған жылдамдық болып табылады. Осыдан, жылдамдық профилін таңдай отырып, жалпыланған координаталардың сызықты өзгерісін қамтамасыз етуге болады. Жылдамдық профилін немесе жалпыланған координаталардың өзгеру заңын таңдау үшін берілген уақыт аралығында (3.2.9) өрнегінен интеграл аламыз:

$$\int_{t_0}^{t_1} \dot{q}(t) dt = q_1 - q_0 = (q_1 - q_0) \int_{t_0}^{t_1} \lambda(t) dt. \quad (3.2.10)$$

Осыдан $\lambda(t)$ функциясын таңдауға болатын маңызды теңдеу шығады, нақтырақ айтқанда

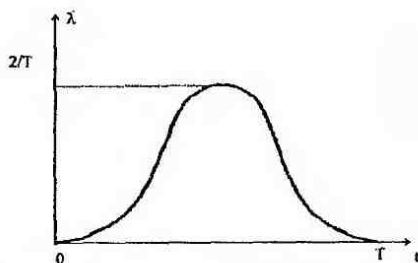
$$\int_{t_0}^{t_1} \lambda(t) dt = 1. \quad (3.2.11)$$

Бұл теңдеу геометриялық мағынада, берілген $[t_0, t_1]$ кесіндіде $\lambda(t)$ функциясының шектелген қисығының ауданы бірге тең болуы керек екенін білдіреді (3.7-сурет). Берілген интервалда жалпыланған жылдамдықтың қалыпты өзгеруін қамтамасыз ететін ең қолданбалы функциялардың бірі

$$\lambda(t) = \frac{2}{T} \sin^2 \frac{\pi}{T}, \quad (3.2.12)$$

мұндағы, уақыт $-T = t_1 - t_0$.

(3.2.12) өрнегін интегралдап және интегралды (3.2.8) теңдікке қойып, жалпыланған координаттың талап етілген өзгеру заңын аламыз. Бұл мәліметтер орындаушы деңгейдегі басқару мәселесін шешу үшін кіріс мәліметтері болып табылады. Белгілі мәнді салмақтары бар көптеген өзара байланысты денелердің жеткілікті бір қалыптағы жылдамдық



3.7-сурет. Жылдамдық профілі функциясы

қозғалысы талап етілген жағдайда, тактикалық басқару деңгейінде динамиканы үлгілеу қажет. Мұндай үлгілеу өзара байланысты салмақтар қозғалысына өзара әсерін білдіреді. Мұндай үлгілеудің бір әдісі Петри торларына негізделген аралас үлгіні қолдану болып табылады.

3.2.4. Басқарудың орындаушы деңгейі

Басқарудың орындаушы деңгейі – бір қозғалыс жетегімен басқару есептерін шешетін аппараттық және бағдарламалық құралдар жиынтығын құрайды. Бір жағынан орындаушы деңгейдің басқару жүйесі орындаушы механизмді қоса, мысалы, робот үшін манипулятор, мехатрондық жүйенің барлық жетектерін басқару жүйесінің жиынтығынан тұрады.

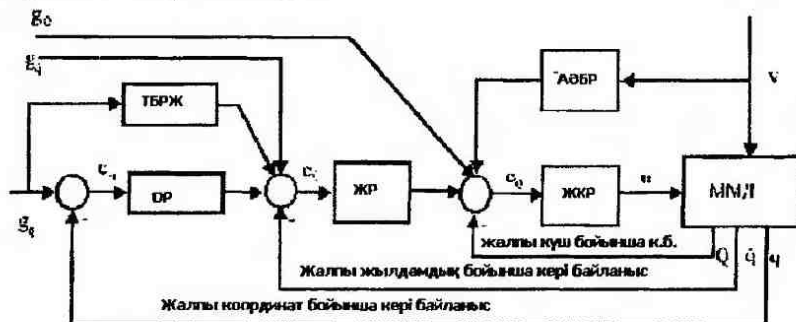
Орындаушы деңгейдің басқару жүйесінің құрылымын қарастырайық [4]. Орындаушы деңгейде өтпелі процестердің сапасы, тұрақтылығы және дәлдігі бойынша берілген талаптарды қамтамасыз ету басқарудың міндеті болып табылады.

Осы мақсатта әр түрлі құрылымдық сұлбаларды қолдану, реттеуші және басқа буындардың жиынтығын қамтамасыз етеді. Орындаушы деңгейдің құрылымдық сұлбасы жалпы түрде 3.8-суретте көрсетілгендей түрге ие болады.

Құрылымы жағынан басқару жүйесіне суретте көрсетілмеген қозғалыс контролері, орын реттеуші (ОР), жылдамдық реттеуші (ЖР), басқарылатын әсердің өзгеру

жылдамдығы бойынша тікелей байланыс реттеушісі (ЖТБР), жалпыланған күш реттеуші (ЖКР), ұйтқу әсері бойынша байланысты түзететін реттеуіштер (АӨБР) кіреді. Ақпаратты-өлшеуіш жүйесі суретте көрсетілмеген q -жалпыланған координат, $\dot{q}$ -жалпыланған жылдамдық, Q -жалпыланған күш бойынша кері байланыс бергіштерімен көрсетілген.

Жалпы жағдайда g_q жалпыланған координата, $g_{\dot{q}}$ жалпыланған жылдамдық, g_Q жалпыланған күш бойынша басқару үшін қозғалыс контролері кіріс сигналдары түрінде кіріс әсерін аккумуляциялайды. Контурдағы қате сигналдары сәйкесінше индекстері бар e арқылы белгіленген. Мехатрондық қозғалыс модуліне (МҚМ) кіріс және ұйтқу әсерлері u және v арқылы белгіленген. Әдетте, реттеуіш коэффициенттері автоматтық басқару теориясы әдістерімен басқару жүйесін синтездеу кезінде анықталады. Пайдалану кезінде бұл коэффициенттер өзгеріссіз қалады деп жорамалданады. Бірақ та, шындығында да реттеуіштер (қандай да бір реттеу шектері бар) кейбір жағдайларда кері байланыс бойынша қателіктердің орнын толтыра алмайды.



3.8-сурет. Орындаушы деңгейдің басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Мұндай жағдайда қажетінше автоматтық басқару теориясының қазіргі заманғы әдістерін қолданады.

3.2.4. Интеллектуалды басқару технологиясы

БЖ сараптамалық қамтамасыз ету МЖ басқару есептерін шешуге бағытталған әр түрлі сараптамалық құралдар мен әдістердің жиынтығынан тұрады. Сонымен қатар, есеп келесі түрде құрастырылады: қысқа уақыт ішінде орындаушы жүйенің күйін өзгерту, соның ішінде, жұмыс органының берілген бағдарламалық қозғалысын жүзеге асыру қажет. Синтезделетін басқару алгоритмдерін талап етілетін функционалдық көрсеткіштермен (қозғалыстың дәлдігі, жылдамдығы, бір қалыптылығы және т.б.) қамтамасыз ету қажет. Бұл алгоритмдер тиімді басқаруды қамтамасыз етуге, басқару мақсатының өзгеруіне байланысты икемді болуға, МЖ ішкі жағдайы мен сыртқы орта жағдайының өзгеруіне байланысты бейімді болуды қамтамасыз етулері қажет. БЖ сараптамалық қамтамасыз ету иерархия деңгейлеріне байланысты, себебі шешілетін мәселелер иерархияға байланысты ерекшеленеді.

Басқару жүйесі есептерін шешу үшін белгілі аппараттармен бірге, мысалы, жасанды интеллект әдісін қолданатын қазіргі заманғы ақпараттық технологияларды қолданады, олар:

- сараптаушы жүйе технологиясы;
- нақты емес логика технологиясы;
- нейротрон құрылымды технологиясы;
- ассоциативті жады технологиясы және т.б.

Төменде интеллектуалды басқару жүйесінде қолданылатын осы қазіргі заманғы ақпараттық технологиялар жайлы кейбір мәліметтер берілген.

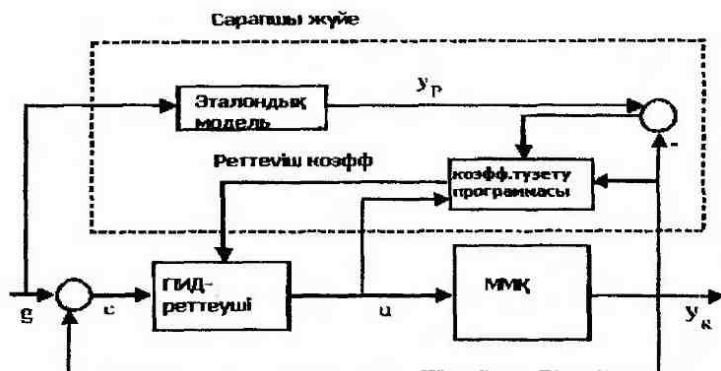
3.3.1. Сараптық жүйе технологиясы

Ақпараттық технологияларды пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, жеке алынған шектелген пәндік аумақта компьютерлік бағдарламалар адамзат миының мүмкіндіктерінен басым болады. Бұл компьютерлік бағдарламалар жиналған фактілер, заңдар және басқа да білім жинағын пайдаланумен қоса осы жинақ дерегін қолданып, осының негізінде жаңа білімдерді алуға негізделген. Мұндай бір-біріне ұқсас

бағдарламалардың қарапайым бағдарламалардан айырмашылығы, олардың есебінің алгоритмдік шешімдері болмайтындығында. Осы бағдарламаларды қолданатын ақпараттық технологиялардың міндеті, толық емес немесе анықталмаған ақпарат кезінде дұрыс шешім қабылдауда болып табылады. Осы қағидаларға негізделген жүйелер сараптаушы жүйелер деп аталды. Сараптаушы жүйені дұрыс құрастыру үшін, қатаң анықталған қолдану аймағында, мәселені жақсы түсінетін, арнайы білімі мен тәжірибесі бар сарапшы-адам болу керек. Сарапшы өзінің білімі, бағасын, тәжірибесін нақты қалыптастыруды және алға қойылған міндеттерді шешу үшін қолданатын әдістерді қалыптастыруды білуі керек. Бұл білімдер компьютерлік бағдарламалау үшін өнім заңы, семантикалық торлар және фреймотәріздес құрылымдар көмегімен ұсынылады.

Ең табысты қолданылған сараптаушы жүйе 1960 жылы жасалынған және Dendral жүйесі [11] деп аталған. Бұл жүйе масс-спектрлік талдау деректері негізінде органикалық молекулаларды шынтіріздес ұсыныс жасау үшін жасалынған. 15 жылдан аса бұл жүйені химик-органиктер кеңесші ретінде пайдаланды. Сараптық жүйелер күрделі МЖ басқару кезінде ақылды оператор ролін атқарады. Үлкен деректер базасын сақтауға және өңдеуге бағытталған жүйенің жетілдірілуі, интеллектуалды деректер базасы үшін арнайы процессор құру, сараптық жүйемен қабылданған шешім сапасы бойынша оператор қабылдаған шешімге жақындады. Шешімді қабылдау жылдамдығы жағынан қарағанда сараптық жүйелер адам мүмкіндіктерінен басымырақ болады. Осыған байланысты «белсенді» сараптық жүйелерді құруға мүмкін болды, яғни олар тек шешім қабылдап, кеңес беріп қана қоймай, басқару командаларын қалыптастыруға белсенді қатысады. БК бағдарламалық және аппараттық мүмкіндіктерінің көмегімен, сараптық жүйелер өздігінен үйренуге мүмкіндік береді. Мұндай сараптық жүйелерді «ашық» деп атайды.

Басқарудың орындаушы деңгейінде кейбір жағдайларда сараптық жүйелер пропорционал-интегралды-дифференциалды



3.9-сурет. Сараптық жүйе

(ПИД) ағылшын тілінде «*Proportional- Integral- Derivative (PID) regulator*» деп аталатын, реттеуші үстіне қосылған интеллектуалдық роль атқарады. Бұл жағдайда ауытқу факторлары және жүйе күйінің өзгеруіне байланысты коэффициенттерді түзетеді. Бұл жүйелер бейімді интеллектуалды басқарудың сараптық реттеушілер деп аталды. 3.9-суретте сараптық бағалау технологиясын қолданған бір ПИД-реттеуші бейімді түзету жүйесінің блок-сұлбасы көрсетілген.

3.3.2. Нақты емес жүйе технологиясы

Көптеген жүйелерді «егер-онда-өйтпесе» түсінікті логикалық ережемен салыстыруға болмайды. Американдық ғалым Lotfi A. Zadeh осыған ұқсас есептерді шешу үшін нақты емес логика аппаратын ойлап шығарды. Нақты емес логика дәл емес сияқты физикалық жүйелерге тән қасиеттерді есепке ала отырып, адам ойлауын имитациялайтын дискреттік басқару әдістемесін ұсынады. Қарапайым бинарлық логика тек қарама-қарсы күйді пайдаланады, мысалы, «ыстық-суық», «жабық-ашық», «жылдам-баяу». Сонымен, егер, 40°C температураны «ыстық» деп түсінсек, ал 15°C температураны «суық» десек,

онда 28°C температураны қайда жатқызамыз? Бинарлық логика бұл сұраққа жауап бере алмайды. Ал, керісінше нақты емес логиканың тиістілік дәрежесі тәрізді жұмсақ градацияларға «жылы-салқын» өтуге мүмкіндік беретін қосымша тәсілдері бар. Осылайша, 28°C белгілі тиістілік дәрежесімен «жылыға» да «салқынға» да қатысты бола алады. Нақты емес логикада мүшелік дәреже сияқты түсініктер де қолданылады, олар сенімділікпен анықталады. Нақты емес логика өзінің шешімін лингвистикалық айнымалылар формасында шығарады. Бұл айнымалылар логика ережелерімен өңделеді, нәтижесінде бір немесе бірнеше қорытындылар қалыптасады. Нақты емес логика нақты емес қатынастар көмегімен нақты емес көпмүшеліктерді пайдаланады. Нақты емес логика әдісін басқарудың ерекшелігі айнымалылардың көбі кіріс/шығыс қатынасымен ауыстырылады. Осыған сәйкес ережелер саны азаяды және септі шешу жылдамдатылады.

Мысал ретінде, нақты емес логика қағидаларына құрылған поезддың жылдамдығын автоматтық реттеуішін қарастырайық [14]. Реттеуіш үшін критерий болып, берілген шектеулерде жолдағы уақытты тиімдеу табылады. Кіріс деректері ретінде белгіленген жерге дейінгі арақашықтық, жылдамдық, үдеудің ағымдағы сипаттамалары қабылданған. Реттеуіш қуатты басқару қажет. Тиістілік функциясы айнымалыларға лингвистикалық мәндер береді. Мысалы, жылдамдыққа «өте баяу», «баяу», «оптималды», «жылдам», «өте жылдам» түсініктері берілген. Үдеуге келесідей лингвистикалық түсініктер берілген: «тежеу», «тұрақты жылдамдық», «үдеу». Тиістілік функциясымен белгіленген ара қашықтыққа келесідей лингвистикалық түсініктер берілген «тым жақын», «жақын», «алыс». Шығыс айнымалысына байланысты – қуатқа бірнеше түсініктер қолданған: «елеулі төмендету», «аз төмендету», «тұрақты болуын сақтау», «аз көтеру», «елеулі көтеру». Әр моментте кіріс айнымалылары берілген (сенімділік) салмағы 0-ден 1-ге дейін кіріс көрсеткіштердің көптігімен сипатталады. Осыған байланысты, анықталған сенімділік дәрежесі бар шығыс көрсеткіштері алынады. Мысалы, ағымдағы жылдамдық күйі 0.8 салмақпен «жылдам», ал, 0.3 салмағымен «өте жылдам»

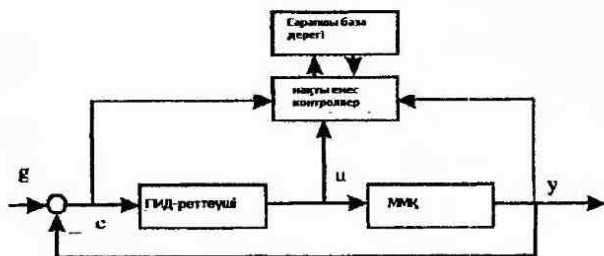
анықталады. Үдеудің ағымдағы күйі 1.0 салмақпен «үдеу» ұғымымен анықталады. Белгіленген жерге дейінгі ара қашықтық 0.8 салмақпен «жақын» және 0.2 салмаққа «өте жақын» сәйкес келеді.

Басқару үшін реттеуіш логикасында ереже жиыны қолданылады, солардың кейбіреулері төменде келтірілген:

- егер жылдамдық «жылдам», ал үдеу «үдеу» мағынасына ие болса, онда «қуатты аз төмендету» қажет;
- егер белгіленген жерге дейінгі ара қашықтық «өте жақын» ұғымымен сипатталса, онда қуатты елеулі төмендету қажет;
- егер ара қашықтық «жақын» мағынасына ие болса, онда қуатты аз азайту қажет.

Қарастырылып отырған жағдайда қуатты төмендету қажет. Себебі, «жақын» ара қашықтығы «өте жақынға» қарағанда үлкен сенімділікке ие болса, онда «аз төмендету» «елеулі төмендетуден» үлкен сенімділікке ие болады. Нақты емес контролер, басқару кезіндегі жұмыс істеу принципі нақты емес логика қондырғысына негізделген келесідей негізгі операцияларды орындайды:

- жүйе жағдайы туралы деректерді нақты емес логиканың лингвистикалық терминдеріне (фазификация) түрлендіру, сонымен қатар, нақты емес ақпаратты сақтау және өңдеу;
- деректер базасына салынған, лингвистикалық басқару ережелері бойынша нақты емес қорытындыларды орындау;
- МЖ басқару үшін нақты емес айнымалыларды нақты түсінікке аудару (дефазификация).



3.10-сурет. Нақты емес реттеуіш

3.10-суретте басқарудың орындаушы деңгейіндегі нақты емес реттеуіштің құрылымдық схемасы көрсетілген [4]. Айнымалылардың белгіленуі алғашында көрсетілген.

Орындаушы деңгейде ММ басқарудың ең кең таралғаны ПИД-реттеуіштері. Бұл реттеуіштер үш құраушы қосындысы болып келетін шығыс сигналын өндіреді, атап айтқанда: пропорционалды реттеу, интеграл бойынша реттеу және туынды бойынша реттеу. Үздіксіз ПИД-реттеуіш алгоритмі жалпы түрде келесі өрнекпен өрнектеледі:

$$u(t) = u_0 + K \cdot \left[e(t) + \frac{1}{T_0} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right],$$

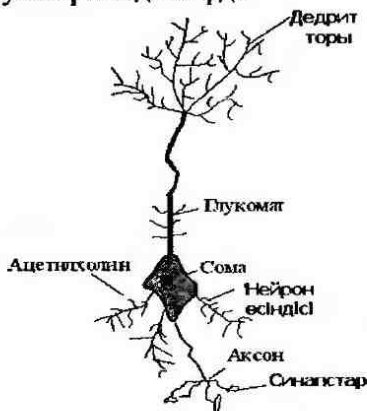
мұндағы, u_0 —түзету мәні, K —реттеушіні күшейту коэффициенті; T_0 —интегралдау уақытының тұрақтысы; T_d —дифференциалдау уақытының тұрақтысы, $e(t)$ — берілген басқару контурындағы қателік сигналы.

ПИД-реттеуішінің көрсеткіштерін күйге келтіру үшін сараптық жүйесі бар, 3.9-суретте блок-сұлбасы көрсетілген нақты емес контролер қолданылуы мүмкін. Нақты емес логика басқару есептерін шешу Жапонияда кең қолданысқа ие. Нақты емес реттеуіш қолданылатын көптеген мысалдар келтіруге болады, мысалы, автоматты фокусталатын фотоаппараттар, кір жуатын машиналар, лифтілер және т.б. Бірақ та, нақты емес реттеуішті кез-келген МЖ-ны басқару үшін қолданылатын әмбебап құрылғы ретінде қарастыру қателік. Айта кететін жағдай, нақты емес реттеуішіні қолдануда қиыншылық туғызатын мәселелері бар, мысалы, бұл реттеуіштердің тұрақтылығын дәлелдеу өте қиын. Бұл реттеуіштер нақты үлгіге негізделмеген. Басқару есептерін шешуде көрсетілген қиыншылықтар нақты емес реттеуішінің пайдалану аймағын шектейді.

3.3.3. Нейроторлы құрылым технологиясы

Адам миының жұмысын үлгілеу негізінде нейроторлар жасалды. Электрондық және оптикалық базалық элементтерден жасалған жасанды нейроторлар адам миының жұмысын

көшіреді. Нейроторларды қолдану бейнені тануға, адам тілін түсінуге, тиімді шешім қабылдауға, өздігінен үйрену және үлкен зақымдарды төзуге мүмкіндік берді.

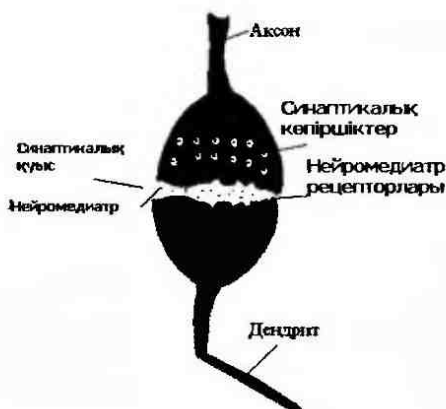


3.11-сурет. Нейрон үлгісі

3.11-суретте қарапайым нейрон үлгісі көрсетілген [1]. Шындығында нейрон күрделі биологиялық жүйе болып табылады. Нейрон құрамына төмендегілер кіреді:

- оперативтік ақпаратты сақтайтын дендриттік тор;
- дыбыстық және көру ақпаратын қабылдауға арналған ганглийнді өсінді;
- тікелей нейрон денесі болып табылатын сома;
- басқа сезу органдарынан нейрон өсінділері;
- басқа нейрондармен өзара әрекеттесуін анықтайтын аксон;
- аксондардан электрлік сигналдарды қабылдайтын синапстар және оларды арнайы химиялық зат – нейромедиатор көмегімен басқа нейрон дендритіне береді. Бір дендритте 1000 синапсқа дейін болуы мүмкін.

Көру және есту сигналдары нейромедиатор глутамат арқылы ганглийнді өсінділерге әсер етеді, ал қозу сигналдары ацетилхолина көмегімен нейрон өсінділеріне келіп түседі.



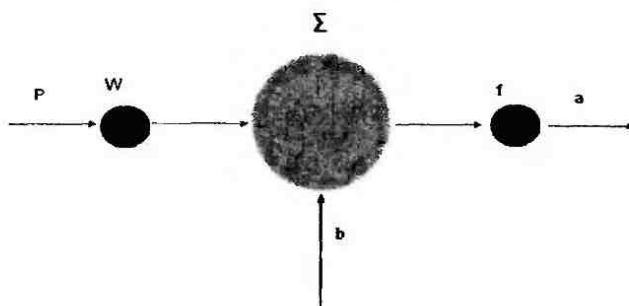
3.12-сурет. Сигналдың өту сұлбасы

3.12-суретте нервтік сигналдың өту механизмі көрсетілген. Аксоннан синаптикалық саңылау арқылы дендритке сигнал беріледі. Синаптикалық аяқ буылтығында көп нейромедиаторлер көпіршіктері бар. Электрлік сигналдың потенциалы белгілі-бір деңгейге жеткенде, синаптикалық қуыста көптеген нейромедиаторлар пайда болады. Олар дендрит аяғының буылтық рецепторына келіп түседі. Оларды қабылдағаннан кейін, мембрана синаптикалық қуысты тазартып, синапсты келесі сигналды қабылдап алуға дайындайды. Есте сақтау және үйрену процестері синапс арқылы берілетін сигналдар өлшемінің өзгеруінен болады.

Адам ми қызметінің функцияларын зерттеу кезінде синапстар қозушы және тежеуші болып бөлінетіндігі анықталды. Сигнал нейронға, қозушы сигнал потенциалы тежеуші сигнал потенциалынан асып түскенде өтеді. Сигналдардың бірлесіп жұмыс істеуі адамның сезу органдарының тандау функцияларын күшейтеді. Ақпаратты есте сақтау процесінде нейрондардың көп саны қатысады, нейрондардың кейбір бөліктерінің жұмыс істемеуі ақпараттың жоғалуын туғызбайды.

Адамның нервтік жүйесі 57 модификациялы 10^{10} -нан 10^{12} -дейін нейрондардан тұрады. Нейрондардың өлшемі микрометрлерден бірнеше сантиметрлерге дейін болуы мүмкін. Жеке нейрон шартты түрде 3.13-суретте көрсетілгендей бейнеленуі мүмкін.

Жеке нейронның жылжытылуымен математикалық моделі [4] 3.13-суретте көрсетілген.



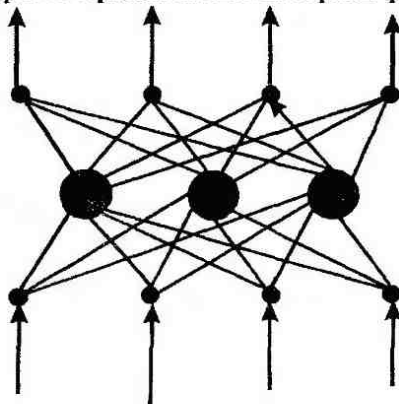
3.13-сурет. Жеке нейрон

3.13-суреттен көрініп тұрғандай, кіріс сигналдар $u_1 \dots u_k$ сумматорға Σ келіп түседі, онда олардың (салмақ коэффициентін ескере отырып) өлшенген қосындысын анықтайды:

$$y = \sum_{i=1}^k u_i w_i .$$

Шығыс сигнал сызықты емес блок шығысында қалыптасады (жалпы жағдайда). Сызықты емес блокты іске асыру үшін бастапқы және экспоненциалды F функцияларын пайдаланады. Компьютерлерде жасалатын нейротор үлгілерінде

тізбекті, параллельді, кері және басқа да нейрон арасында бірігіп, көптеген қабаттармен құрылымдар торларға бірігеді. 3.14-суретте бірқабатты Е.Ойя торабы үш базалық



3.14-сурет. Бірқабатты торап

нейрондармен және жиырма төрт синапстармен көрсетілген. Е.Ойя кірістер мәні барлық шығыс информация бойымен қалпына келтіріледі делінген ереже жасады. Үйрету кезінде кіріс және сәйкесінше шығыс сигналдар туралы информация енгізіледі. Жалпы нейроторлар орындаушылармен нақты мысалмен үйретіледі. Арнайы үйрету бағдарламасы кіріс және шығыс сигналдардың сәйкестігі орындалуы үшін салмақ коэффициенттерін таңдайды. Осылайша түзетілген торапты болашақта басқа да кіріс сигнал комбинацияларында пайдалануға болады. Нейротор әдісінің ерекшелігі, орындаушы нақты шешу алгоритмін бағдарламаламайды, тек үйрету үшін кіріс және шығыс деректерін береді. Нақты нейроторларды қолданудың қиыншылықтары қабат саны және де басқа да құрылымын анықтайтын көрсеткіштеріне байланысты нейрон түрін таңдап алуда. Нейроторлар қабілеттілігі маңызды белгілерді таңдап, қарапайым локальді ережелермен үйретіліп, өңделетін ақпарат санын азайтады.

3.3.4. Ассоциативті жады технологиясы

Адам жадысының функцияларын, есте сақтау мехнизмін зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ақпаратты өңдеу келесі кезеңдерден тұрады:

- сезімдік ақпаратты жинау және сақтау;
- қысқа уақытты немесе оперативті жады;
- ұзақ уақытты жады.

Сезім мүшелерімен жиналған ақпарат, қысқа уақытты жадыға (санаға) келіп түседі. Қысқа уақытты жадыдан адам тілегімен ақпараттың бір бөлігі белгілі - бір ерік күшінің салдарынан, ұзақ уақытты жадыға беріледі, онда ол кейбір зерттеулер салдарынан мәңгілікке сақталады. Зерттеулер көрсеткендей, қысқа уақытты жадыда 5-тен 9-ға дейін ақпарат элементтері сақталады, олар бруск деп аталады. Мысалы, 87272473262 сандар тізбегін есте сақтау қиын, ал егер осы сандарды топтап, келесі түрде 8-7272-47-32-62 сақтасақ, есте сақтау тез болады. Біріншіден, бұл біз бруск санын 11-ден 5-ке азайтқанымызға байланысты, екіншіден, кейбір сандармен біздің ассоциацияларымыз байланысқан, сондықтан олар оңай есте сақталады. 8 – қалааралық байланысқа шығу, ал 7272 – Алматы қаласының коды екені түсінікті, ал ары қарай телефон номері жазылған. Егер, бар ақпаратпен себепті байланыстар болса, онда ақпарат оңай есте сақталады және жадыдан оңай алынады (еске түсіріледі). Бұл ақпаратты кез-келген ассоциациямен байланыстырғанға байланысты. Адам түрлері мен шаблондарды еске сақтамайды, тек олардың түсінігі мен ассоциациясын еске сақтайды. Мысалы, сөйлемді оқыған кезде адам шрифтті, үтірлер санын есте сақтамайды, тек оның мағынасын бір ассоциациялармен байланыстыра есте сақтайды. Осыған байланысты ассоциативті жады технологиясы пайда болды. Бұл технология жадының аз көлемінде үлкен көлемді ақпаратты сақтауға мүмкіндік береді және ақпаратты іздеуші дамыған логикасы бар.

3.4. Басқару жүйесін бағдарламалау

Жоғарыда айтылғандай, МЖ басқару есептерін жүзеге асыру сараптамалы-бағдарламалық, сондай-ақ аппараттық құралдардан тұратын БК көмегімен жүзеге асырылады. Аппараттық құралдар кейінірек қарастырылады. Басқару есептерін жемісті шешу үшін аппараттық құралдар жеткілікті түрде ресурстарға ие болуы қажет, ал, сараптамалық-бағдарламалық жасау осы ресурстарды тиімді пайдалану мүмкіндігін беруі тиіс. Басқару жүйесін бағдарламалау, жалпы алғанда, шешілетін мәселелерге және аппараттық құрылғылардың түріне байланысты. Қазіргі кезде техникалық жүйелерді басқаруға қолданылатын әмбебап бағдарламалау құралдары жоқ. Бірақ та, МЖ бағдарламалауға қатысты, бағдарламалаудың кейбір ерекшеліктерін айтуға болады.

Бағдарламалар алғашқы деректерді қалай өңдеу және түрлендіру туралы ақпарат тасушылар болып табылатындығын айта кетуге болады. Аппараттық құралдарды басқаратын бағдарламалар бар, мысалы, операциялық жүйе. Бірақ та, МЖ басқару жүйесін бағдарламалауда негізгі, анықтайтын нысан – процесс болып табылады. Мұндағы процесс дегеніміз – қасиеттері жағынан процестің жалпы анықтамасына сәйкес келетін қандай да бір абстракті активтілік болып табылады. Процесс кодтардан, кодтар мен берілгендер облысынан, кең динамикалық таратылатын жады облысынан – төбелер мен стектен тұрады. Процесс – процессордың архитектурасына байланысты, процессормен орындалатын тікелей бағдарлама. Жоғары деңгейдегі тілде жазылған бағдарламалар әр түрлі аппараттық құралдарда жүзеге асырылуы кезінде әр түрлі процестерге ие болады. Уақыттың әрбір моментіндегі процессор регистрінің сипаттамасы, берілгендер облысының, командалар коды мен стектің орналасуы процесс контексті деп аталатын толығымен анықталған күйге ие болады. Процестің жеке түрі ағын болып табылады. Ағын - тіпті басқа процессорда тәуелсіз, параллельді түрде орындалатын, бірақ процесспен бірге жалпыланған берілгендер облысын қолданатын бағдарламаның

(процестін) бір бөлігі. Процестер бағдарламалаудың әр түрлі деңгейлерінде, тізбектелген стандартты тәсілдер, атап айтқанда:

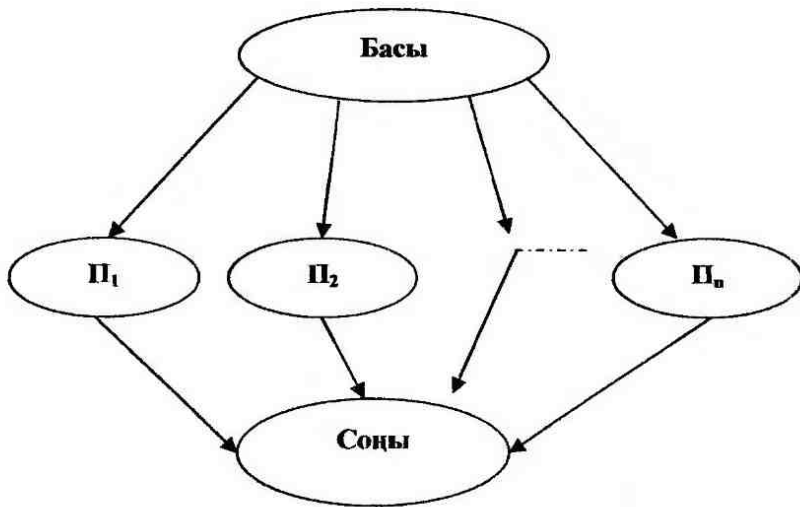
- компиляция;
- байланыстыру;
- жүктеу;
- орындау нәтижесінде жазылған бағдарламалардан тұрады.

Қарапайым бағдарламалар тізбектелген болып табылады, себебі, іс-әрекеттер тізбектілігі бағдарламаның өзіне бағынады.

МЖ басқару жүйесін бағдарламалық жасаудың ерекшелігі — тізбекті еместігінде және нақты уақыт масштабында бағдарламалау талаптарын қанағаттандыруы қажет. Сонымен, бағдарламаларға қойылатын талаптар төмендегідей:

- бағдарламаның орындалу логикасы басқарылатын техникалық жүйемен анықталады;
- бағдарлама ақпараттық-өлшеу жүйесі арқылы келіп түсетін сигналдарды сыртқы ортадан қабылдайды;
- бағдарлама абсолюттік және салыстырмалы уақыт ортасында жұмыс істейді және қатаң уақыттық шектеулерге ие;
- сыртқы орта және МЖ ішкі күйінің өзгеруі — бағдарламаның орындалу нәтижесі болып табылады;
- бағдарламаның орындалу нәтижесі сыртқы орта күйіне және МЖ ішкі күйіне байланысты және осы нәтижені алдын-ала болжауға болмайды;
- бағдарлама үзілуі мүмкін, мысалы, жаңа берілгендердің түсуін күтуі мүмкін;
- бағдарлама параллель тапсырмаларды да басқаруы қажет.

Басқару есептерін тиімді шешу үшін параллельді бағдарламалау, мультибағдарламалау және мультиесептілік тәсілдері қолданылады. Параллельді бағдарламалауды аппараттық орындаудан тәуелсіз, параллельді орындалатын бағдарламаларды құру деп түсінуге болады. Мульти-бағдарламалаудың немесе мультиесептіліктің параллельді бағдарламалаудан ерекшелігі — біруақытта параллельді бірнеше процестерді орындау тәсіліне ие болуында. Сонымен, мультибағдарламалау бір немесе таратылған желілер түзетін бірнеше процессорда жүзеге асырылуы мүмкін.



3.15-сурет. Кезектілік

3.15-суретте мультибағдарламалау кезінде процестердің параллельдігін кескіндейтін кезектілік графы көрсетілген. «Басы» операторы p_1 – p_n бағдарламаларының орындалу ретін анықтайды. Барлық бағдарламалар жұмыс істеп болғаннан кейін «Соңы» операторына жетеді. Процестердің параллельді жүруі кезінде екі жағдай болуы мүмкін: біріншіден, процестер өзара тәуелсіз болулары мүмкін; екіншіден, процестер өзара байланысқан болулары мүмкін. Бірінші жағдайда, ерекше мәселелер туындамайды, ал, екінші жағдайда бірнеше спецификалық мәселелердің: өзара алып тастау және синхрондау және т.б. шешілуі қажетті.

Өзара алып тастау мәселесінің тууына тоқталайық. Параллельді жүретін кез-келген А және В екі процесі деректер облысына қатынаса алатындай өзара байланысқан болуы қажет. Сонымен, А процесі D деректер облысын жаңартқан кезде, В процесі D деректер облысынан деректерді оқиды. Мұндай жағдайда, В процесі жаңартылмаған деректермен бірге ескі

деректерді де бірге оқыған кезде, әр түрлі қателіктерге келтіретін жағдай тууы мүмкін. Осыған байланысты, жаңартуды тоқтатқанша В процесінің D процестер облысына қатынауын болдырмау қажет. Немесе, керісінше, А процесінің D процестер облысына қатынауын В процесі деректерді толық оқымайынша болдырмау қажет. Сонымен, D облысына өзара қатынауын болдырмау қажеттілігі мәселенің шешімі болып табылады.

Бірнеше процестердің параллельді жұмыс істеуі кезінде ресурсқа қатынауды ретке келтіру үшін синхрондау мәселесін де шешу қажет. Мұндай жағдайда, ресурсқа қатынау, ол тек басқа процестен босаған кезде ғана мүмкін. Процестерді синхрондау «семафорлар» мен «оқиғалар» көмегімен шешіледі. «Семафор» тек қана бір процестің қорғалған процесіне қатынауын қамтамасыз ететін әдіс болып табылады. Егер процестер жалпы ресурсқа анықталған шарттарды орындау кезінде ғана қатынай алатын болса, онда осы шарттардың орындалуын тексеру үшін және жалпы ресурсқа қатынау кезінде кезектілікті қамтамасыз ету үшін «оқиға» әдісі қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Жасанды интеллект әдісінің қайсысы интеллектуалдық басқаруды құрайды?
2. Сарапшы жүйенің технологиясы қалай тұжырымдалады?
3. Нақты емес жүйе технологиясы қалай тұжырымдалады?
4. Нақты емес реттеушінің құрылымдық сұлбасын көрсетіңіз.
5. Сарапшы жүйенің технологиясы қалай тұжырымдалады?
6. Бірқабатты нейро торды көрсетіңіз.
7. Ассоциативті жады технологиясын қалай түсіндіресіз?

4 – БӨЛІМ

МЕХАТРОНДЫҚ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚҰРАСТЫРУШЫ МОДУЛЬДЕРІ

4.1. Адам-машиналық интерфейс

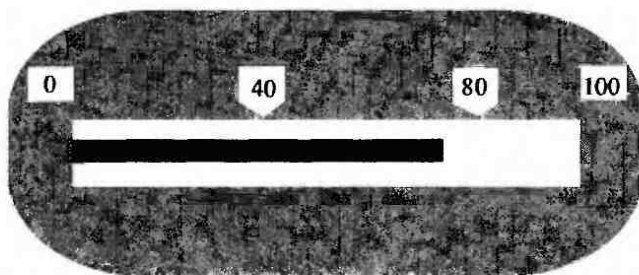
Адам-машиналық интерфейс немесе қолданушы интерфейс БЖ маңызды элементі болып табылады және ол оператор/қолданушы және МЖ арасында ақпаратты алмасуды қамтамасыз ету үшін арналған. Адам МЖ-мен өндіруші және қолданушы сияқты кездеседі. МЖ өндірушінің мақсаты – берілген интерфейс үшін қандай жабдық қолданылатынын шешу. Сонымен қатар, өндіруші бағдарламалық қамтамасыздандыруды дайындайды, яғни интерфейс көмегімен оператор мен МЖ ақпаратты алмастыру үшін команда жиынын анықтайды. МЖ-ді дұрыс басқару үшін оператор неден бастауы неге ұмтылуы, нені күтуі және орнатылған жағдайды тез шешуі керек. Бұл жүйеде оператор МЖ көмегімен іске асыратын нақты мақсаттары мен есептері бар қолданушы ретінде болады. Бұл жағдайда БЖ және барлық МЖ қойылған мақсатты жүзеге асырушы құрал болып табылады. Мақсаттың табысты шешімі көбінесе адам-машиналық интерфейстің мүлтіксіздігіне байланысты. Сондықтан, МЖ басқару бойынша оператор функцияларын жобалау кезінде интерфейс өндірушінің көз алдында болуы қажет.

Интерфейсті жобалау кезінде үш негізгі принцип бар:

- қарапайымдылық;
- көрнекілік;
- тізбектілік.

Қолданушы интерфейсін құру кезінде дисплейде жүйе моделін көрсетуге ұмтылады. Қарапайымдылық – ол оператордың шешім қабылдауын қиындататын маңызды деректермен бірге көптеген қосымша деректер шықпауын білдіреді. Көрнекілік мақсаты – қолданушының болып жатқан үрдісте тікелей байланыста және қатысушылық сезімнің болуы. Кейбір жүйелерде көрнекілік графикалық метафор

пиктограмма көмегімен жетеді. Кескін ассоциацияны туғызады, олар қолданушыға көмектеседі, жаңылдырмайды. Мысалы, пиктограммада (4.1-сурет) ортаның өзгеру температурасының шкаласын көрсетеді және осы пиктограммада жіберілетін шектер белгіленген. Бұл жағдайда оператор нақты өзгерулердің берілген шектеулерде екенін немесе ауытқулардың бар екенін көреді. Тізбектілік ақпарат функциясы бойынша ұқсастықты көрсету үшін біртипті белгілену қолданылады. Мысалы, <F10> пернесі егер команданы босату үшін қолданылса, онда ол пернені құрылғы драйверін жүктеуге пайдалануға болмайды.



4.1-сурет. Пиктограмма

Қолданушы интерфейсінде табиғи тілді қолдану көбінесе адам мен машина арасында ақпарат алмасуына мүмкіндік туғызады.

Қолданушы интерфейс құрылғысы ретінде монитор, пернетақта, басқару панельдері (щит), тыпшқан, трэйкбол, джойстиктер, қашықтан басқару құрылғысы және т.б. қолданылады. Жетілмеген интерфейсi бар құрылғы ретінде көп қолданылмайтын көп батырмасы бар пульттi айтуға болады. Бұндай көп батырмалар тек басқару үрдісін қиындатады және сатып алушыға тиімділік жағынан ғана ақталған.

Жетілген интерфейсi бар МЖ мысалы ретінде банкоматты келтіруге болады. Банкомат интерфейсi көпшілік дайындығы жоқ қолданушыларға есептелген. Күрделі МЖ болып саналатын банкоматты қолдану өте оңай болып келеді.

4.2. Басқару кешені

Басқару компьютері үшін басқару комплексінің негізгі модулі микропроцессор немесе орталық процессор (Central Processin Unit. CPU) болып табылады. Қазіргі уақытта кез-келген мехатрондық техникада, тұрмыстық техникалардан бастап, пилоты жоқ ұшақтардың бәрінде микропроцессорлары бар. Олар реттейді, қозғалысты басқарады және осы техникадағы үрдісті бақылайды.

Микропроцессор (МП)[15] – бір немесе бірнеше үлкен интегралды сұлбада (ҮИС), өте үлкен интегралды схемаларда (ӨҮИС) бағдарламалық басқарылатын құрылғы. Ол ақпаратты өңдеу және оны басқару үрдісін жүзеге асырады.

Микрокомпьютер құрамына кіретін, бірігіп қолданыла алатын ҮИС және ӨҮИС жиынтығын микропроцессорлық кешен (МПК) деп атайды.

Қабылданған терминология бойынша, егер ақпаратты өлшеу үшін МЖ қолданылса, ол кез келген есептеуде, ақпаратты-өлшеуде және басқару жүйесінде микропроцессорлық жүйе (МПЖ) деп түсініледі.

1965 жылы атақты ғалым Гордон Мур ашқан заң бойынша, процессор өнімділігі әр жарты жылда өзіндік құнын сақтап қалып екі еселенеді. Мұнда өнімділік деп процессордың тактілік жиілігімен анықталатын ақпаратты өңдеу жылдамдығын айтамыз. Ақпаратты өңдеу жылдамдығын және микросхемаларды интегралдау дәрежесін көбейту үшін әр түрлі тәсілдер қолданылады. МП құрылыстың және түрлендіру технологиясының ақпаратты беру және сақтауының жиі өзгеруі салдарынан, мұнда МП негізгі жұмыс қағидалары мен АБ өзара байланысын түсіндіру мәселесі қойылады. Мехатрондық нысандардың БЖ аппараттық құралдарының кең түрі арнайы әдебиеттерде қарастырылады және мехатрондық нысандарды басқару жүйесі (немесе әр түрлі техникалық жүйелер) деп аталатын пәнді үйрену құралы болып табылады.

CPU персоналдық компьютер (PC) мен жадының винчестер, дискжетек және де периферийлік құрылғы

пернетақтамен, басу және басқа құрылғымен өзара байланыс мысалы негізінде МО басқару жүйесінің аппараттық құралдарын құрауды үйренуге болады. МПК, контролер, ақпараттық-өлшеуіш құрылғының және коммуникация жүйенің жиынтығы, МО-дің мысалы ретінде ұсынылады. МПК деп сақтау құрылғысынан және процессор жүйесіне қосымша жүйелер: енгізу-шығару, ұзу, жадыға тікелей қатынау сияқты процессор жиынтығынан тұратын құрылғыны айтамыз.

4.2.1. Басқару кешенінің құрылымы

Басқару жүйесінің басқару кешені аппараттық жүйенің жұмыс істеу қағидалары мен әр түрлі аппараттық жүйе арасында өзара байланысты түсіну үшін, қарапайым архитектуралы басқару кешенінің гипотетикалық үлгісі таңдалған. Бұл құрылғыны және басқару кешенінің гипотетикалық үлгісінің жұмыс қағидаларын үйреніп алғандарға, болашақта қазіргі заманғы нақты басқару кешенін түсіну оңай болады. Мұнда қарастырылып отырған басқарудың гипотетикалық үлгісі [16] МПК (4.2-сурет) болып табылады, ол процессор, оперативті жадыдан, енгізу-шығару порт жүйесі, жадыға тікелей қатынауды басқаратын құрылғы, ұзу жүйесі және контроллерден тұрады. Осы құрылғылардың кейбір түрлеріне жеке-жеке кеңінен тоқталамыз. Орындайтын функцияларына байланысты процессор CPU, МП, микроконтролер (МК) бола алады. Микроконтролер – МПЖ-ң бір түрі, техникалық құрылғыны және технологиялық үрдістердің басқару алгоритмін іске асыруға тікелей бағытталған. Бұл функцияны өндірістік контролер мен бағдарламаланатын логикалық контролер де орындай алады. Алайда МК, әсіресе PIC (Peripheral Interface Controller) сериясы өте кең таралған, себебі, арзан және мехатрондық нысанның кешенді өндірісінде қолданылады.

Оперативті жады RAM (Random Access Memory) процессормен тікелей байланысты есте сақтау құрылғысының бір түрі болып табылады. Процессор оперативті жады

ұяшығынан деректерді және команданы жазып, оқиды. Оперативті жадыдағы ақпарат қорек көзін өшіргеннен кейін сақталмайды.

Енгізу және шығару жүйе порты өндірістік және бағдарламаланатын логикалық контролерлерде ерекше дамыған, контролер және адаптер арқылы процессорға периферийлік құрылғыларды қосу үшін пайдаланылады.

Жадыға тікелей қатынау құрылғысы процессорды периферийлік құрылғы басқарған кезде жүктеуге мүмкіндік береді. 4.2-суретте көрсетілгендей, процессор А порты арқылы жадыға тікелей қатынау құрылғысына сигнал беріліп, осы кезде В порты арқылы периферийлік құрылғы контролеріне де сигнал беріледі. Бұл жағдайда периферийлік құрылғы контролері жадыға бірнеше байт тікелей қатынау құрылғысын жібереді, ал ол бұл деректерді процессордан өтіп кетіп оперативті жадыға орналастырады. Процессор қайта жіберу кезінде оперативті жадымен жұмыс істей алады және командаларды өңдейді.



4.2 -сурет. МПК

Үзу жүйесі процессорға периферийлік құрылғылардан тәуелсіз жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Үзу процессоры бір команда тізбегін орындауды тоқтатып, басқа командалы орынатады, одан кейін процессор бастапқы тізбекті орындауға қайтадан қайтады. Бұл жүйе нақты уақыт масштабында периферийлік құрылғыны басқарумен қамтамасыз етеді.

4.2-суреттегі контролерлер орындаушы деңгейде нақты құрылғыны басқару үшін электрондық құрылғыны ұсынады. Олар процессор мен құрылғы арасында байланыстырушы түйін болып табылады. Контролер мен процессор үшін «өзара-түсінушілік» ретінде драйверлер қызмет атқарады. Драйверлер нақты құрылғымен оның контролері арқылы CPU өзара байланыстыруды қамтамасыз ететін бағдарламаларды ұсынады.

Әр түрлі басқару кешенінің модульдері магистральды сызық-шиналар арқылы біріктіріледі. Шина деп байланыстырушы сызық жиынтығын айтамыз. Сызық санын шина разрядтығы анықтайды. Қарастырылып отырған басқару кешені адрес шинасы (АШ), деректер (ДШ) және басқару шинасы (БШ) бар үш шиналық құрылымды болып табылады. Басқарушы кешеннің әр компонентінде, оперативті жады ұяшығында, енгізу/шығару порттарының өзінің адресі болады. Адрес шинасымен нақты құрылғыға адрес беріледі. Бұл жағдайда процессор адрестік шинада орналасқан адрестегі құрылғыға қосылып, деректер шинасы арқылы осы құрылғымен деректер алмастырады. Басқару шинасы көмегімен процессорға нұсқаулар енгізіледі, мысалы: ақпаратты жазу (оқу), деректерді қабылдауға (қайта жіберуге) дайындық, контролерді басқару, аппараттық үзу және т.б.

4.2.2. Есте сақтау құрылғысы

Есте сақтау құрылғылары басқару модулінің ең басты құраушы блоктары болып табылады. Есте сақтау құрылғысы басқа блоктармен ақпаратты сақтау және алмастыру үшін арналған. Жадыда ақпарат бір және ноль жиынтықтар күйінде сақталады. Ақпарат ретінде деректер мен командалар алынады. Деректер ретінде бүтін сандар, нақты сандар, адрес, символдар

және т.б. болуы мүмкін. Нақты процессорда қолданылатын команда жүйесі шектелген болып табылады. Мысалы, команда ретінде, бір регистрдің басқаға деректерді қайта жіберу командасы, жадыға қатынау командасы, басқаруды беру командасы, арифметикалық және логикалық әрекеттер командасы және т.б. болуы мүмкін.

Есте сақтау құрылғысы 2 топқа бөлінеді: процессормен тікелей байланысатын және сыртқы. Процессормен тікелей қатынайтын жады құрылғысына жататындар:

- процессордың регистрлік есте сақтау құрылғысы (регистрлер);

- кэш-жады, ақпарат көшірмесін сақтау қызметін атқарады;

- негізгі жады (оперативті, тұрақты, жартылайтұрақты).

Регистрлер түрлері мен атқаратын қызметі туралы мәліметтер процессор жайлы тарауда қарастырылады. Кэш-жадысында есте сақтау құрылғысы процессордың жылдамдығын көбейту үшін енгізілген. Кэш-жады процессор және негізгі жады арасында берілетін ақпарат көшірмесін сақтайды.

Циклдік әрекеттерді орындаған жағдайда бірнеше рет бір ақпарат қолданылады. Кэш-жадысының бар болуы процессорды негізгі жадыға қайтадан қатынаудан босатады, қатынауға өте көп уақыт қажет. Процессор ақпарат көшірмесін кэш-жадыдан оқиды. Процессор үлкен жылдамдықтағы кэш-жадысымен ақпаратты алмастырып отырған кезде, негізгі жады жадыға тікелей қатынау құрылғысымен ақпаратты алмастыру үшін босатылады.

RAM (Random Access Memory) оперативті жадысы, ағымдағы бағдарламаны орындау кезінде процессормен ақпаратты алмастыруға қатысатын деректерді сақтайды. Бұл жады энерготәуелді болып табылады, яғни қорек көзін өшірген кезде ақпарат жойылады. Аппаратты түрде оперативті жадыда қосымша стек облысы бар. Стек тізбекті қатынайтын есте сақтау құрылғысы. Стекте ақпарат белгілі тізбекте оқылады, яғни кері жазылу ретінде. LIFO (Last-in First-out) – соңғы кірдің-бірінші

шықтың ережесі орындалады. Стектің негізгі ролі және бағдарламаны орындау кездерінде және т.б. деректер күйін және қайту адрестерін сақтау болып табылады. Келесі деректерді сақтау үшін FIFO (First-in First-out) буфері пайдаланылады, бірінші кірдің – бірінші шықтың.

Негізгі жадыға тұрақты есте сақтау құрылғысы жатады, қысқаша ТСК немесе ROM (Read-Only Memory). ТСК дайындаушы жазған ақпаратты сақтайды, оны өзгертуге болмайды. Бұл ақпарат энерготәуелсіз болып келеді, яғни жадыны өшірген кезде жойылмайды.

Жартылай тұрақты жадыға бағдарламаланатын ТСК жатады.

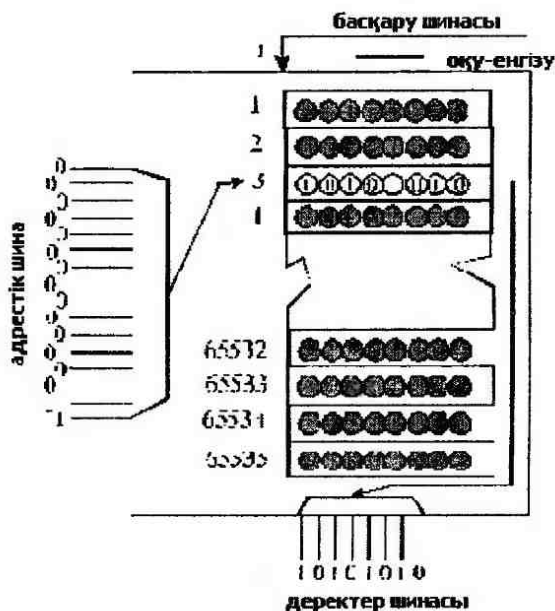
Сыртқы жады үлкен көлемді ақпаратты сақтауға арналған. Есте сақтау құрылғысына қойылатын негізгі талаптар – сақталатын ақпарат көлемін үлкейту, жылдамдықты көбейту яғни оқу, жазу кезінде уақытты қысқарту болып табылады. Бұл мәселелерді шешу үшін жады құрылымын жетілдіру, ақпаратты алмастыру жылдамдығын көбейту үшін жаңа технологиялар қолданылуда (пакеттік режим, жадыны кезектестіру, жадыны парақтарға бөлу, жадыны кәштеу, конвейерлік санау әдісі және т.б.).

Қазіргі уақытта сыртқы жадымен бірге магниттік дискілерде Флэш-жады қолданылады, онда жылдамырақ ақпаратты жазу және оқу құралдары бар. Флэш-жадының сипаттамалы ерекшелігі – оның жоғары технологиялы, тұтастылығы және сенімділігі. Флэш-жады магниттік тасымалдаушы есте сақтау құрылғысын тиімді ауыстырады, әсіресе, егер ақпарат жиі өзгерілмесе. Флэш-жадыда ақпарат әр регистрге, барлық жадыға немесе үлкен блокқа өзгертілмейді. Осылайша, бір сөзді өзгерту үшін барлық файл немесе блокты өшіріп қайта жазу керек.

Жадының әр ұяшығында бір бит ақпаратты сақтау үшін сақтау элементтерінің бекітілген саны бар. Фон-Нейман типті есептеу машиналарында жады ұяшығында деректер және де командалар сақталуы мүмкін. Белгілі бит сандарынан құралған номерді, осы номерге сәйкес нақты жады ұяшығын осы

ұяшықтың адресі деп атайды. Адрес форматы процессор архитектурасы және жады құрылымына байланысты.

Есте сақтау құрылғыларында ұяшықтардың кішкентай ақпараттық көлемі матрицаны құрайды. 4.3-суреттен жадыдан ақпаратты оқу үрдісін көруге болады [16]. Басқару шинасында (оқу-жазу) процессормен 1 орнатылады, ал 16 разрядтық адрес шинасында процессор екілік кодта ұяшық адресін орналастырады, одан ақпарат оқылады. Бұл адрес 3-ке тең. Көрсетілген адрес бойынша орналасқан ақпарат процессормен қосылған 8-разрядтық деректер шинасына орналасады. Ескерте кететін жағдай, 4.3 суретте жадының контролер жадысы, дешифратор, оқу-жазу күшейткіші сияқты құрылғылары көрсетілмеген, себебі құрылғыларды және олардың функцияларын толық баяндау оқу-жазу үрдісінің негізін түсіну үшін мұнда міндетті емес.



4.3-сурет. Есте сақтау құрылғысынан деректерді санау

Үлкен ақпараттық қуатты есте сақтау құрылғылары күрделі құрылымды болып келеді, 3-өлшемді матрицалар банкін ұсынады.

Адрес параметрлері жайлы мағлұматты, есте ақтау құрылғы архитектурасымен байланысты, басқару кешенінің аппараттық құралдарына қосылатын техникалық құжаттардан табуға болады.

4.2.3. Процессор құрылымы (архитектурасы)

Микропроцессор әдетте келесі функцияларды орындайды:

- негізгі жадыдан (НЖ) команданы оқу және дешифраторлау;

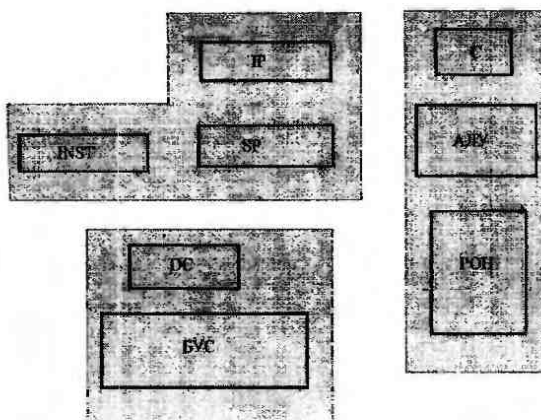
- периферийлік құрылғының регистрлік контролерден НЖ ақпаратты оқуы;

- периферийлік құрылғыларға қызмет көрсетуге контролерден команда мен сұрауларды қабылдау және өңдеу;

- ақпаратты өңдеу және оларды НЖ мен контролер регистрлеріне жазу;

- МЖ және қосымша интерфейс құрылғылардың барлық түйіндерін басқару және синхрондау үшін басқару сигналдарын шығару.

Жалпы, МЖ құрамына кіретін компоненттерді үш топқа бөлуге болады (4.4-сурет). Бірінші топқа IP команда санағышы, INST команда регистрі, стек көрсеткіші бар SP регистрі. Бұл топ командаларды өңдеу үшін қолданылатын компоненттерден тұрады. Екінші топ арифметика-логикалық құрылғыдан (АЛҚ), тасымалдау триггерінен (С), жалпы тағайындалған регистрлерден (ЖТР) тұрады. Айта кетейік, кейбір жағдайларда АЛУ функциясын орындайтын сопроцессорлар болады. Үшінші топ компоненттері деректерді өңдеуге қолданылатындарды біріктіреді. Компоненттердің үшінші тобын команда дешифраторы (DC), басқару және синхрондау блогы, үзуді басқару блогы және тізбекті енгізу-шығару блогы құрайды. Бұл компоненттер өзара байланысқан және МЖ жұмысын басқарады.

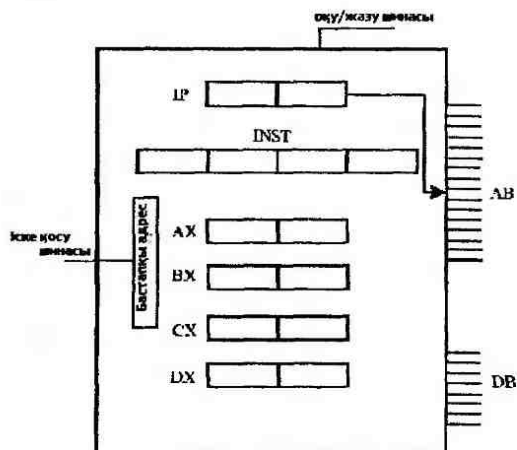


4.4-сурет. МП құрылымы

Гипотетикалық процессордың оперативті жадымен байланысын қарастырайық. Жоғарыда көрсетілгендей, процессор жадыдан деректерді оқып, ақпаратты жадыға жазады. Жадыдан оқылған кейбір деректерді процессор команда сияқты интерпретациялайды. Бұл жағдайда оқылған команда процессорды нақты әрекет жасауға мәжбүр етеді. Процессордың бастапқы жұмысында сәйкес регистрлерге команда мен деректерді орналастыру өндірушімен ТСЖ жазылған бағдарламамен қарастырылады. Ары қарай команда мен деректер арасында әр түрлілігін сақтау программист-қолданушымен қамтамасыз етіледі.

Процессорде регистр деп аталатын, жадыда деректерді сақтайтын ұяшықтары сияқты ұяшықтары бар. Жады ұяшықтарына қарағанда регистрлерде процессорлар регистрлердің әрбір разрядтарын жеке-жеке басқара алады.

4.5-суретте IP команда санағыш регистрі, INST команда регистрі және де жалпы мақсатты регистрлері: AX, BX, CX, DX көрсетілген. Әр жалпы мақсатты регистрлер 8 бит көлемді екі бөліктен тұрады (бір байт). Жалпы мақсатты регистрлер ақпаратты уақытша сақтауға арналған.



4.5-сурет. Процессор

Команда регистрлері интерпритирлеуші командалардың мәліметтерін санау және сақтау үшін қолданылады. Біздің жағдайда 4 байттан тұратын команда регистрі көрсетілген. Команда санағыш регистрі 16 разрядты ұзындығы бар және жадының бір ұяшығының адресін сақтауға арналған. Процессорды қосқаннан кейін, яғни қосу шинасында 1 сигналы пайда болған кезде, бастапқы адрестегі команда IP регистрлеріне көшіріледі. IP регистрлерінің деректері бірінші команда адресін көрсетеді. Ары қарай орындалатын процессор әрекеті циклдік процесс болып табылады, ол екі этаптан тұрады. Бірінші этапта процессор IP регистрінде орналасқан адресі пайдаланып жадыдан команданы оқып, INST команда регистріне орналастырады. Екінші этапта процессор INST регистріндегі орналасқан команданы талдайды, оны дешифраторға беріп, орындайды. Команданы орындау кезінде оның байттық ұзындығы әдетте IP регистрінің құрамына қосылады.

Нәтижесінде IP регистрінде команда пайда болады, оған процессор қайта қатынап және келесі циклдің бірінші этапы

басталады. Орындалып жатқан команда тізбегі өту командасын қолданумен өзгертуге болады.

4.2.4. Перспективті басқарушы кешендер

Басқару міндеттері жаңаланған және аса қуатты компьютерлерді қолдануды талап етеді. Мысал ретінде, қоршаған ортаны тану міндетін атап көрсетуге болады, мұнда сыртқы нысандар және МЖ бір-біріне қатысты қозғалмалы болып келеді.

Мұндай мәселелерді шешу үшін суперкомпьютерлер құрастырылады. Суперкомпьютерлер параллельді әсерлесіп тұрған көптеген санды МП-ң жұмысының конвейерлі ұйымдастыруын қолданады. Мысалы, «Хитачи» фирмасының CP 8000 атты суперкомпьютерлері 512 МП-лы номиналды тез әрекеттілігі 12 трл (120^3) оп/с. Мұндай жылдамдық барлық (МП)-ң оперативті жадынан мәліметтерді қосымша «жинау» операциясымен орындалумен қатар жұмыс жасалуда алынған.

Жасанды интеллект тәсілдерін (нейрожелілі құрылым) компьютерлер логикасында қолдану нейрокомпьютерлердің пайда болуына әкелді. Нано-технология негізінде нейро-процессор жасалынды, ол 1024 нейроннан және 1048576 синапстан тұрады [1].

CPU тез әрекеттігін ұстап тұратын факторлардың бірі шиналардың өткізу қабілеттігі және деректерді сақтау, беру кезіндегі ақпараттардың көлемі. Көптеген параллельді МП қолдану кезінде олар әрқашан байланысады, жады блоктарымен және басқа да құрылғылармен бірігеді. Байланыстарды орындау үшін коммутирлеуші құрылғылар қолданылады. Тез әрекеттіліктерін жоғарылату үшін коммутирлеуші құрылғыларда жоғары жылдамдықты қосушы коммутаторлар құрастырылады.

Жапондық ғалым-химиктер қосқыш ретінде бактри-одоксиннің органикалық қосылысын қолдануға болатынын тапты. Осы затқа лазердің шығаратын импульсі әсерінен ол өзінің күйін өзгертеді. Осы байланыстан жаңадан ғылыми бағыт пайда болады,

ол молекулярлы электроника деп аталды. Қолданылатын микрокристалды қосқыштың орнына органикалы қосқышқа ауыстыру – жазудың тығыздығын 10^{18} бит/см³-ке дейін жоғарылатты, ол адамның миының мүмкіншілігінен бірнеше рет артық. Себебі, адамның миы 750 см³ көлемді және 10^{12} бит-ке эквивалентті ақпаратты жаза алады.

Ауысу жылдамдығын жоғарылату үшін молекулярлы электрониканың иперспективалы бағытын американдық ғалым К. Ульмир ұсынған гендік инженериясын қолдану болып табылады. Ол электрлі қасиеттерге ие, генге ұқсас акуыз құрылымды құрылысты реттеу тәсілін ұсынды. Себебі, гендік заттың см³-да 10^{21} ақпарат бар, осы тәсіл суперкомпьютерлердің пайда болуына және дамуына жаңа бағыттар береді.

4.3. Ақпаратты-өлшеуіш және коммуникациялық жүйелер

Жоғарыда көрсетілгендей, микропроцессормен басқарылатын техникалық құралдардары бар машиналардың маңызды және құрамдас бөліктеріне ақпаратты беруге ақпаратты-өлшеуіш жүйелер және коммуникациондық жүйелер жатады.

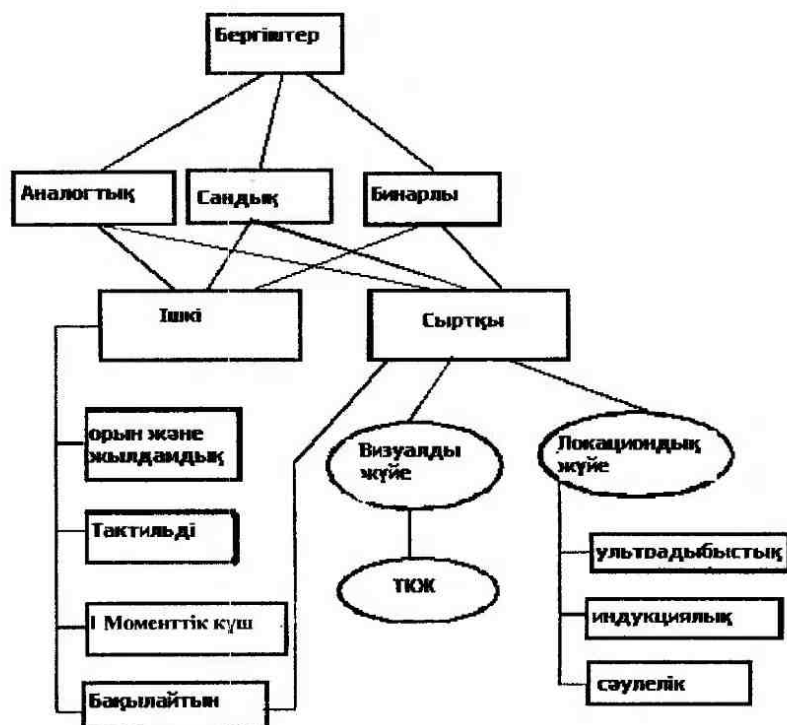
4.3.1. Ақпаратты-өлшеуіш жүйелер

Ақпаратты-өлшеуіш жүйесі бергіштен (сенсорлар), техникалық көру жүйесінен және сигналдарды келістіру интерфейс құрылғыларынан тұрады.

Функционалдық мүмкіндіктеріне қарай бергіштер аналогтық, сандық және бинарлық болып бөлінеді (4.6-сурет). Сандық бергіштер дискретті сигналдар тізбегін генерациялайды. Бинарлық бергіштер «қосылу»/«көшуге» сәйкес тек екі деңгейдегі сигналдарды шығарады.

Тағайындалуы бойынша бергіштер ішкі және сыртқы жағдай бергіштері болып бөлінеді. Техникалық басқару процесінің көрсеткіштерін өлшеу және бақылау үшін ішкі жағдай бергіштері қолданылады. Бұл бергіштерге мысалы, Мж/еРЖ орындаушы құрылғының қозғалысын басқаратын,

орын және қозғалыс бергіштері жатады. Сонымен қатар, ішкі жағдай бергіштеріне қысымның байланыс бергіштері (тактильді бергіштер), мысалы, роботта тікелей жұмыс органында орнатылған моменттік күш бергіштері жатады.



4.6-сурет. Бергіштердің жіктелуі

Қозғалыс және орын бергіштері мысалына потенциометрлер, тахометрлер жатады. Потенциометр – механикалық орын ауыстыруды айнымалы немесе тұрақты ток кедергісіне түрлендіретін бергіш. Тахометр қозғалыс жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді, мысалы – МҚМ шығыс валының жылдамдығын анықтауға.

Бақылаулық бергіштер температура, қысым, акселерометр датчиктері және т.с.с. болуы мүмкін. Осы бергіштер көмегімен мехатрондық жүйенің ішкі және сыртқы жағдайы туралы қауіпті ақпаратты бергенде авариялық бұғаттау (блокировка) жасалады.

Сыртқы бергіштер жүйенің сыртқы жағдайы туралы ақпаратты алу үшін қолданылады. Бұл бергіштер визуалды және локациондық жүйелерді құрайды. Визуалды жүйеге техникалық көру жүйесі жатады (ТКЖ). Көру ақпаратын алу үшін, әдетте жасанды көрудің монокулярлы және бинокулярлы құрылғылары пайдаланылады.

Локациондық бергіштер сыртқы орта нысанына дейінгі ара қашықтықты өлшеуде, кедергілерді айналып өту және навигация үшін, нысанның түрі мен орнын орнату үшін пайдаланылады. Жұмыс істеу принципіне байланысты локациондық құрылғыларды ультрадыбыстық, индукциондық, сәулелік және т.б. деп бөлуге болады.

4.3.2. Коммуникациялық жүйелер

Кеңістікте ақпараттың орнын ауыстыратын техникалық құралдардың жиынтығы коммуникациялық жүйелер болып табылады. Коммуникациялық құралдар арқылы жүйенің сыртқы және ішкі жағдайы туралы ақпарат, басқару процессорына берілген басқару сигналдары орындаушы деңгейдің басқару жүйесіне беріледі. Ақпаратты беру электрлік, оптикалық арна бойымен немесе радиоарна байланысы арқылы жүзеге асады. Арнаның өткізушілік қасиеті коммуникацияны бейнелейтін негізгі көрсеткіштер, яғни уақыт бірлігінде қанша ақпарат көлемін беруге болатынын көрсетеді. Өткізушілік қасиеті әдетте бит/с өлшенеді. Арнаның өткізушілік қасиеті өткізу сызығына, шу деңгейіне және ақпаратты кодтау әдісіне байланысты. Арнаның өткізу сызығы Гц-пен өлшенеді және жиілік диапазонын көрсетеді, ол белгілі максималды бәсеңсуі бар арнаны бере алады. Мысалы, телевизиондық өткізу сызығы 5.5 МГц.

Кедергілер (шу) ақпаратты беруде кері әсер етеді. Шу әсерін ескеретін маңызды көрсеткіш сигналдың орта қуатының шуға қатынасы болып табылады (S/N), логарифмдік бірлікте – децибельмен [дБ] өрнектеледі. Белгілі Шеннон формуласы бойынша арнаның өткізу қасиеті R_{max} [бит/с] өткізу сызығымен W қатынасы келесідей анықталады:

$$R_{max} = W \log_2(1 + S/N).$$

Айтылып кеткендей, арнаның өткізгіштік қасиеті ақпаратты кодтау әдісіне де байланысты. Физикалық байланысты арна бойымен ақпаратты беру кезінде биттік тізбекті кодтаудың екі негізгі әдісі белгілі:

- бит жіберудің тікелей әдісі;
- фаза, жиілік немесе амплитуда бойымен сигнал модулін беру.

Ақпаратты тікелей жіберудің кейбір тәсілдері артығырақ бағаланады.

Тәжірибеде ақпаратты беру жылдамдығы арнаның өткізу сызықтарын үлкейту есебінен көбейеді.

Физикалық байланысты арнаға ақпаратты беру үшін оралған жұп, коаксиалды кабель және оптогалшықты кабельдер пайдаланылады.

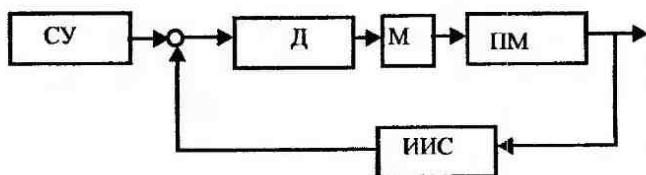
Әр түрлі коммуникациялық жүйе және басқа да автоматтандырудың техникалық құралдар байланысы кезінде «бірлесушілік» болуы коммуникациялық жүйе үшін маңызды. Коммуникациялық жүйені реттеу мақсатымен ашық жүйелер арақатынасының (АЖА) эталондық үлгісі жасалды. АЖА үлгі негізінде бірнеше коммуникациялық стандарттар жасалған. Мысалға, автоматтандырылған өндірісте ақпарат алмасу өндірісті автоматтандыру хаттамасы MAP (Manufacturing Automation Protocol) негізінде және мекемелік әрекетті автоматтандыру хаттамасы TOP (Technical and Office Protocol) арқылы жүзеге асады. MAP және TOP негізгі мақсаты – әр түрлі жүйелердің арақатынасын және өзара ауыстырылатын мүмкіндіктерді беретін әмбебап коммуникациялық жүйені құру

болып табылады. TOP архитектурасында арналық және физикалық деңгейде деректерді беру кезінде Ethernet қатынау әдісі пайдаланылады.

Техникалық құралдарды компьютерлік басқару үшін локальді есептеу желілері техникасының дамуы және де икемді және стандартталған коммуникациялық жабдықтарды қолдану үлкен мәнге ие болып табылады.

4.4. Орындаушы құрылғылар. Мехатрондық қозғалыс модульдері

МЖ-гі орындаушы құрылғылар қажетті механикалық қозғалысты алу үшін арналған. Төменде МЖ модулін ұсынған орындаушы құрылғылар қарастырылған, ол басқару құрылғысынан (БҚ) және орындаушы деңгейге жататын акпаратты-өлшеу құрылғысынан (АӨҚ), механикалық энергияны беретін қорек көзінен (Д), және қосымша механикалық құрылғылар түріндегі жалғастырғыш (муфты), тежегіш (Т), беріліс мехнизмінен (БМ) тұрады (4.7-сурет). Айтылған орындаушы құрылғы мехатрондық қозғалыс модулі деп аталады (МҚМ).



4.7-сурет. Мехатронды қозғалыс модулінің құрылымы

МҚМ құрамымен МЖ құрамында немесе әр түрлі машиналарда өздігінше техникалық құрылғы ретінде және қолданылуы мүмкін. Ескерте кететін жай, әдебиеттерде кездесетін әр түрлі терминологиялық түсініктерге байланысты, басқарушы және орындаушы жетектер, сервожетектер, сервомеханизмдер, бақыланатын жетектердің бәрінің МҚМ-ге сәйкес сипаттамалары бар. Сондықтан МҚМ-ге жатқызуға болады.

МҚМ МЖ-нің базалық функционалдық элементі болып табылады, ол МЖ-нің барлық қасиеттері мен мүмкіндіктерін анықтайды. Әрине, қоғамның және байланыстың жоғары даму кезінде, жоғары технология элементі болғандықтан МЖ және МҚМ-ге әр түрлі көрсеткіштері бойынша жоғары талаптар қойылады.

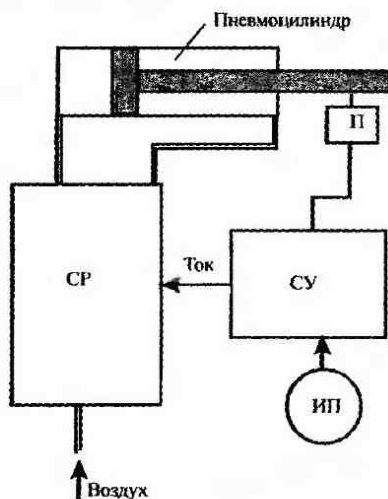
Осылайша, мысалы, МҚМ айнымалы динамикалық сипаттамалар шартында (инерция моменті, жүктеме) жұмыс істеуі қажет. Және де олар кері факторларға әсер етпеуі тиіс. Үлкен жүктеме кезінде МҚМ осы жүктемені демпфирлеумен қамтамасыз етуі қажет. МҚМ-ге қойылатын маңызды шарттардың бірі – салмаққа қуаттың үлкен қатынасы. Жалпы салмақтың және өлшемдердің азаюы МҚМ-дің сипатты үрдісі болып табылады. Себебі, МҚМ қозғалысты басқаруды орындайтын механикалық энергияны түрлендіреді және де МҚМ-ге келесідей талаптар қойылады: жылдамдық, қозғалыс байсалдығы, жоғары жүктемелік қасиеті, дірілдің болмауы. Пайдалану кезінде МҚМ нақты берілген қозғалыспен қамтамасыздандыру қажет, жоғары шу көздері болмауы пайдалануда қауіпсіз және ыңғайлы болуы керек. Нарық талаптарына сәйкес, МҚМ төмен бағалы, сәйкес үлгіжобасы, және ыңғайлы адам-машиналық интерфейс болу керек.

Тәжірибеде көптеген белгілермен ерекшеленетін арнауы әр түрлі МҚМ кездеседі. Негізгі ерекше белгісі механикалық энергияны түрлендіретін қорек көзі болып табылады. Осы белгілері бойынша МҚМ пневматикалық, электрогидравликалық және электрлік болып бөлінеді. Кейбір МЖ құрамына әр түрлі белгілері бар МҚМ кіреді. Осы МҚМ әр қайсысына толығырақ тоқталайық.

4.4.1. Пневматикалық МҚМ

Пневматикалық МҚМ-де механикалық энергияны түрлендіру көзі ретінде сызықты (пневмоцилиндрлер) және айналмалы қозғалысты (бұрылмалы пневмоқозғалтқыштар) пневмоқозғалтқыштар болып табылады. МҚМ-дің пайдалану

аймағы: өндірістік робототехника, дәлдігі жоғары емес жетектер, екіқалыпты механизм жетектері (қақпақ, ұстағыш) және қарапайым өндірістік автоматтар. Механикалық қозғалысты тікелей орындау үшін пневматикалық МҚМ құрамына: бір жақты және екі жақты қозғалыс пневмоқозғалтқыштары, толықбұрылмайтын пневмоқозғалтқыштар, пневмомоторлар, мембраналық камералар және т.б. кіреді. Қозғалтқыштарды басқару және жұмыс жасату үшін қосымша құрылғылар мыналар: үлестіруші аспап, әр түрлі пневмоқақпақтар, пневмодресселдер, қысымды айқындағыш және түзетуші, ауаны дайындау аспабы және т.б. Пневматикалық МҚМ-і басқару үшін микропроцессорлық басқару модулі және де ағымды автоматқа негізделген басқару жүйесін қолдануға болады. 4.8-суретте пневматикалық МҚМ-дің жұмыс принципі көрсетілген. Пневмоцилиндрдің сояуыш күйі потенциометрмен өлшенеді (П), оның сигналы қорек көзінен қоректенетін (ҚК) сервокүшейткіштерге түседі (СК). Сервокүшейткіш сигналды пневмоцилиндрге ауаның келуін басқаратын сервоүлестірушіге береді.



4.8-сурет. Пневматикалық МҚМ

Пневматикалық МҚМ негізгі ерекшеліктері:

- жылдамдығы;
- шығысында күшті басқару мүмкіншілігі;
- қосымша механикалық берілісті талап еткізбейтін қарапайым құрылысты;
- пайдалану қарапайымдылығы;
- от және жарылу қауіпсіздігі;
- ағымды автоматиканы қолдану мүмкіншілігі.

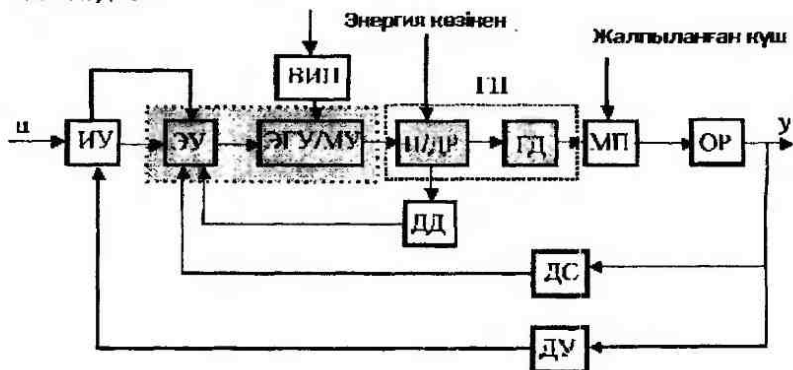
Алайда пневматикалық МҚМ-ді қолдануды шектейтін себептері мәнді кемшіліктері де бар. Солардың маңыздысы, ауаның қысылуынан берілген дәлдікпен орнын анықтау және қозғалысын алу мүмкін емес. Пневматикалық МҚМ-е шығысындағы шығыс қуаты төмен, себебі жұмыс қысымы төмен және ол қозғалыс байсалдылығымен (плавность) қамтамасыз ете алмайды, ауаны дайындау құрылғысын талап етеді. Алайда, болашақта пневматикалық МҚМ қолдану аумағын кеңейту үшін пневмоавтоматика элементтері мен құрылғылары жасалуы мүмкін.

4.4.2. Электрогидравликалық МҚМ

Электрогидравликалық МҚМ-де механикалық энергияны түрлендіруші қорек көзі ретінде сызықты (гидравликалық цилиндрлер) және айналмалы қозғалысты (бұрылмалы гидроқозғалтқыштар және гидромоторлар) гидроқозғалтқыштар қолданылады. Электрогидравликалық МҚМ теория негіздері В.Ф. Казмиренко жұмысында толық баяндалған [6]. Өндірістік роботтар жайлы деректер Ю.В. Козырев анықтамасында берілген [17].

Электрогидравликалық МҚМ күрделі жүйе болғандықтан төменде қысқаша құрылымы, жұмыс принципі және негізгі ерекшеліктері қарастырылған. Электрогидравликалық МҚМ орындаушы немесе күштік бөлігі көлемдік және дроссельдік реттеуіштері бар гидроқозғалтқыштан, үлестіруші құрылғыдан, сақтандырғыш қақпақшалардан, сүзгіштерден, гидросорғыштан және басқа да қосымша құрылғыдан тұрады. Электроги-

гидравликалық МҚМ-дің [6] құрылымдық функционалдық схемасы 4.9-суретте келтірілген. u -кіріс сигналы жоғары орналасқан иерархиялық басқару жүйесінен орындаушы деңгейдің басқару жүйесіне (БЖ) беріледі. Одан кейін бұл сигнал салыстыру құрылғысынан (СК), бағдарламалық сигнал және ақпарат күшейту санағышынан (КС) кернеу түрінде ақпаратты салыстыру құрылғысы арқылы жылдамдық санағышы (ЖС) күйіне беріледі, содан соң күшейтілгеннен кейін келесі құрылығына (ЭГК/МЖ) барып түседі. Бұл құрылғы гидрожетекті (ГЖ) шығыны бар бірдей сұйық ағынды реттеуге арналған, электрлік сигналға айналдыратын электрлік немесе механикалық электр сигналдардың түрлендіргіші болып табылады.



4.9-сурет. Электрогидравликалық МҚМ

Гидрожетек блогы көлемді немесе дроссельді реттеуіш (Н/ДР) және жалпы күшті тудыратын (Q_d) гидроқозғалтқыш (ГК) құрылғысынан тұрады. Гидроқозғалтқыш механикалық түрлендіргішке (МП) немесе тікелей реттеу нысанына (ОР) әсер ете алады. Қосымша 4.9-суретте механикалық түрлендіргішке әсер ететін сыртқы қорек көзінің кірістері және жалпыланған күш көрсетілген.

Гидроқозғалтқышқа берілетін сұйықтық ағынын реттеу үшін көлемі басқарылатын сорғыштар және дроссельді

үлестірушілер пайдаланылады. Реттелетін жұмыс көлемді сорғыштар аксиальді-поршенді кеңістік мехнизмі болып табылады. Дроссельді үлестірушілердің екі түрін пайдаланады: үлкен қуатты жетек үшін золотникті және ағымды. Тұрақты көлемді гидросорғышы бар дроссельмен басқарылатын гидрожетекті әдетте аз қуаттарда қолданады. Үлкен және өте үлкен жүктеме және қуаттарда айнымалы реттеу көлемі бар дроссельмен басқарылатын гидрожетектер қолданылады.

Электрогидравликалық МҚМ келесідей артықшылықтары бар:

- жоғары энергосыйымдылық;
- жылдамдық;
- құрылысының қарапайымдылығы және құрастыру, жинау кезінде агрегатты-модуль принципін қолдануға болады;
- жұмыс сұйығын аз қысылу қасиетінен статикалық жүктеме көрсеткіштерінің тұрақтылығы;
- жүйенің п.э.к азайтатын қозғалыстың механикалық түрлендіргіштері қажет емес.

Алайда, электрогидравликалық МҚМ-дің келесідей кемшіліктері де бар:

- жұмыс сұйығы келіп түсетін арнайы көздерді пайдалануды талаптандырады (сорғыштар станциясы, гидрокорлар);
- сұйықтық қасиеті температураға байланысты. Осылайша, мысалы, МҚМ жұмысы кезінде сұйықтық қызады да, қасиеті өзгереді, жүйенің жалпы динамикалық сипаттамасына әсер етеді.
- жұмыс сұйығының ағып кетуі экологиялық проблемаларды туғызады және МҚМ пайдалану көрсеткіштеріне әсер етеді.
- прецизионды будың бар болуы қосымша құрылғыларды дайындауда дәлдікті талаптандырады (золотниктерді, гидроцилиндрлерді және т.б.).

Гидрогидравликалық МҚМ-нің басқалармен салыстырғанда елеулі ерекшеліктері бар, көптеген аймақтарда, мысалы, 10 кВт аса жүктеме кезінде, жарылу қаупі бар ортада

жұмыс жасау үшін қолданылады. Гидрожетектерді өндірістік роботтарға, қызмет көрсету құрал-жабдықтарында пайдаланады. Осылайша механикалық энергияны түрлендіру көзі бойынша құрылғыны сәйкестендіреді.

4.4.3. Электрмеханикалық МҚМ

Әр түрлі аумақтарда қолданылатын МЖ-де ең кең қолданылатын электрмеханикалық МҚМ болып табылады. Бұны келесідей түсіндіруге болады, жоғарыда айтылған МҚМ-мен салыстырғанда, оның бағасы арзан, құрылысы қарапайым, шу деңгейі төмен және жоғары сенімділігі бар. Электрмеханикалық МҚМ-дер мехатрондық жүйе құрамына кіреді немесе өзінше бір жүйе бола алады. Электрмеханикалық МҚМ құрылымы жоғарыда келтірілген МЖ құрылымына ұқсас.

Электрмеханикалық МҚМ құрамына электрлік қозғалтқыш кіреді, ол қозғалыстың механикалық түрлендіргіші (редукторлар немесе берілістің басқа түрлері) арқылы орындаушы механизмге немесе тікелей жұмыс органына әсер етеді. Электрлік қозғалтқышты және толықтай МҚМ басқару үшін МПС басқару жүйесі және ақпаратты-өлшеу жүйесі бар. МҚМ жұмыспен қамтамасыздандыру үшін оның құрамында БЖ және де электрлік қозғалтқыш үшін қорек көзі бар. Электрлік көрсеткіштері бойынша МҚМ екіге бөлінеді: тұрақты тоқты және айнымалы тоқты электрлік қозғалтқышты МҚМ [18].

Төменде электрқозғалтқыш үшін келесідей белгілеулер енгізілген:

1 – магнитті электрлік, оларда магниттік өріс тұрақты магнитпен жасалады;

2 – қозу орамы жеке қорек көзінен қоректенетін, тәуелсіз қозатын электрмагнитті;

3 – якорь және қозу орамы бір қорек көзімен параллель жалғанатын параллельді қозуы бар электрмагнитті;

4 – якорь және қозу орамы қорек көзіне тізбектей қосылған тізбекті қозуы бар электрмагнитті;

5 – аралас қозуы бар электрмагнит, мұнда қорек көзіне якорь мен қозу орамы екі сұлбамен қосылады;

6 – қысқатұйықталған ротормен;

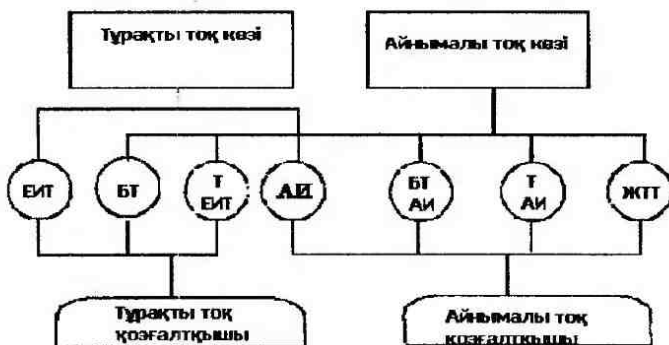
7 – фазалық ротормен;

8 – электрмагнитті;

9 – магниттіэлектрлік;

10 – белгілі полюсті (магниттік қатынаста симметриялы емес);

11 – белгісіз полюсті (магниттік қатынаста симметриялы).



4.10-сурет. Күштік түрлендіргіштермен қосылу

МҚМ басқару үшін қорек көзі мен электрлік қозғалтқыш арасында күштік түрлендіргіш құрылғысы қойылады. Күштік түрлендіргіштер жұмыс істеу принципі бойынша келесі топқа бөлінеді [18]:

- енді-импульсті түрлендіргіштер (EIT);
- басқарылатын түзеткіштер (BT);
- басқарылмайтын түзеткіштер (T);
- автономды инверторлар (AI);
- жиілікті тікелей түрлендіргіш (JTT).

4.10-суретте әр түрлі күштік түрлендіргіштер арқылы қосылған электрлік қозғалтқыштар мен қорек көзінің негізгі сұлбалары келтірілген.

Функционалды түрде ЕИТ шығыста қорек көзінің тұрақты кернеуін тұрақты реттелетін кернеуге түрлендіреді.

Басқарылатын түзеткіш $f = 50$ Гц жиіліктегі айнымалы кернеуді тұрақты кернеуге түрлендіреді.

Автономды инвертор тұрақты кернеудің жиілігін реттелетін айнымалы кернеуге түрлендіреді.

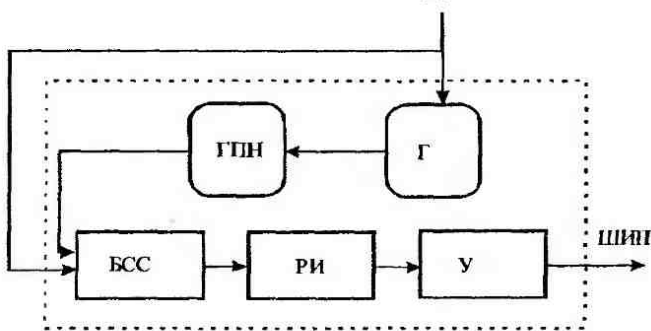
Жиілікті тікелей түрлендіргіші $f = 50$ Гц жиілікті айнымалы кернеудің жиілігі реттелетін айнымалы кернеуге түрлендіреді.

Ескерте кететін жағдай, айнымалы тоқ қозғалтқыш бағасы тұрақты тоқ қозғалтқыштан арзан, себебі біріншісі жаппай өндіріс технологиясына икемді, ал екіншілері – қолмен жиналады. Бірақ, айнымалы қорек көзінен қоректенетін айынамалы тоқты электрмеханикалық МҚМ-дің кедергісі де, жиілігі де реттеледі. Мұндай МҚМ-де, ЖТТ немесе БТ+АИ, Т+АИ бірікпесі қолданылады, тұрақты тоқ көзінен қоректенген кезде АИ қолданылады. Осы айтылған қосымша құрылғылар тұрақты тоқты МҚМ құрылысын күрделендіреді және бағасын жоғарылатады. Сондықтан тұрақты тоқты электрмеханикалық МҚМ-дер айнымалы тоқты МҚМ-ге қарағанда кең қолданылады. Бірақ айнымалы тоқ МҚМ-де механикалық сипаттамалары жағынан тұрақты тоқ қозғалтқыштарына ұқсас вентильді қозғалтқышты қолдану тиімді деуге болады.

Тұрақты тоқ қозғалтқышты МҚМ-де тәуелсіз қозуы бар және электрмагниттік қозғалтқыштар көп қолданылады. Түрлендіргіш ретінде сызықты механикалық көрсеткішпен және кең реттеу диапазонмен қамтамасыз ететін кең импульсті түрлендіргіштер қолданылады. Мысалы, 100000:1 дейін жылдамдықты реттеу диапазоны, 100 Гц өткізу жолағы бар және 10 есе аса жүктеу қасиеті бар электрқозғалтқыштар белгілі.

Микропроцессорлық басқару құрылғысының шығыс порттарының қуаты төмен екені белгілі (100 мВт), сондықтан олар тікелей орындаушы құрылғыны басқара алмайды. Енді-импульс түрлендіргіштерін пайдалана отырып, қозғалтқышқа қорек көзін қосып қана қоймай, қажет болғанда бұрылу бағытын өзгерте отырып, қозғалтқыш білігінің бұрылу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді. Кірісіне басқару кешенінен сигнал

берілетін ЕИТ-де өзінің басқару жүйесі болады (4.11-сурет). ЕИТ-тің басқару жүйесі генератор (Г), аратәріздес кернеу генераторы (АТГ), салыстыру сұлбасы (СС),

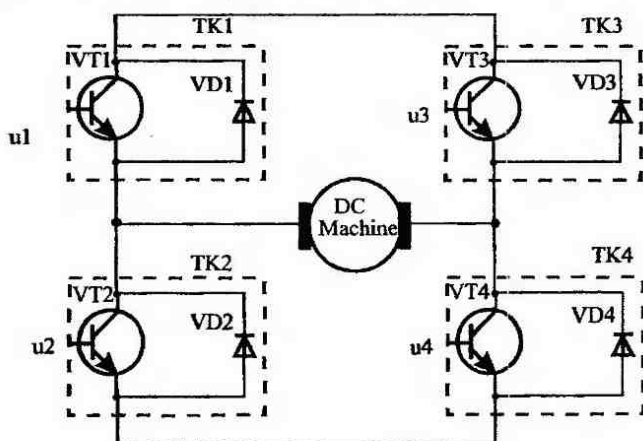


4.11-сурет. ЕИТ басқару жүйесі

импульстарды үлестіруші (ИУ) және күшейткіштен (К) тұрады. Үлкен қуаттарды басқару кезінде (>100 Вт) БҚ мен ЕИТ арасында тікелей электрлік байланысы болмауы қажет. Себебі, біріншіден ЕИТ бөгет көзі ретінде БҚ әсер етпеуі қажет, екіншіден тесіліп өту кезінде электрлік байланыс арқылы қорек көзінің жоғары кернеуі БҚ зақымдауы мүмкін. Бұл мәселені шешу үшін ИУ пен Т арасына гальваникалық түйінді енгізеді, мысалы, басқару сигналдары оптотранзисторлар арқылы беріледі. Және де жұмыс кезінде қауіпсіздік пен сенімділікпен қамтамасыз ету үшін, ЕИТ электрлік сұлбаларды құрастырған кезде қуатты жоғалтудан сақтануды алдын-ала ескереді. 4.12-суретте ЕИТ-тің қарапайым сұлбасы келтірілген.

Бұл сұлбада ТК1-ТК4 транзисторлық кілттері бар (суретте олар штрих-пунктирлі сызықпен қоршалған). Транзисторлық кілттер VT1 – VT4 транзисторлардан және оларға параллельді VD1-VD4 диодтар қосылған, олар кілт жабылған кезде тоқтың ағымдық контурын жасау үшін және асажүктеуден сақтандыру үшін қажет. ТК басқарудың екі түрі бар: симметриялы және симметриялы емес. Симметриялы әдіс кезінде ТК1, ТК4 және

ТК2, ТК3 жұпталып және фазаға қарсы жұмыс істейді. Симметриялы емес әдіс кезінде ТК3 және ТК4 фазалық топтың транзисторлық кілттері қайта қосылады, ТК1 кілті ашық және қаныққан, ал ТК2 кілті жабық. ТК3 және ТК4 транзисторлық кілттері қарсы фазада қайта қосылады. Симметриялы әдіс шығысында екіполярлы өзгеріспен қамтамасыз етіледі.



4.12-сурет. БИТ-ның қысқартылған сұлбасы

Симметриялы емес басқару керісінше жүктемеде бірполярлы кернеуді береді.

Енді-импульс реттеуі кезінде қозғалтқыш якоры кернеуінің U_c орта мәні, амплитуданың өзгеріссіз мәні U кезінде оң (t_1) және кері (t_2) импульстардың ұзақтығы арқылы реттеледі. Осыдан:

$$U_c = \frac{U t_1 - U t_2}{T},$$

мұнда $T = t_1 + t_2$ – кернеудің өзгеру аралығы.

Егер біркелкі қосу ұзақтығын $\gamma = t_1/T$ арқылы белгілесек, онда келтірілген формуланы келесідей жазуға болады:

$$U_c = U(2\gamma - 1).$$

Бұдан шығатыны, $\gamma=0,5$ кезінде якорьдің орта кернеуі нольге тең.

$\gamma>0,5$ кезінде кернеу $U_c>0$ болады, яғни t_1 үлкен және якорь үймегі оң бағытта айналады.

$\gamma<0,5$ кезінде кернеу $U_c<0$ болады, яғни кернеу абсолюттік мәні бойынша t_2 үлкен болады және якорь үймегі қарама-қарсы бағытта айналып реверс жасайды.

Электромеханикалық МҚМ-ң ерекше тобына қадамдық қозғалтқыштарды келтіруге болады. Ең көп таралған қадамдық МҚМ-ң екі түрі бар. Бірінші – МҚМ қозғалтқышында тұрақты магнитті роторы бар. Бұл жағдайда статор орамынан шыққан магниттік өріс пен ротордың қозу өрісінің әсерлесу нәтижесі қолданылады. Қадамдық МҚМ-нің екінші түрінде магниттік кедергінің ауалық саңылау бойындағы айнымалысы және қозбаған роторы бар қозғалтқыш қолданылады. Осыдан магнитті жұмсақ темірден жасалған қозбаған ротордан және статордың орамының арасынан шыққан магниттік өрістерге соленоидті өзара әсер ету қағидасы қолданылады. Қадамдық қозғалтқыштың негізгі ерекшеліктерінің бірі аз жиілікте жұмыс істеген кезде позициялану қатесі болмайды. Бір қадамда кеткен қате, қадам саны көбейген сайын өспейді. Әдетте, қадамдық МҚМ қозғалтқыштарына кіші қадамды өтеу және импульстің жиілігін көбейту талаптары қойылады. Қадамдық МҚМ-де тұйықталмаған басқару жүйесі болады. Импульстер генераторларынан пайда болған импульстер ИГ МПС қалыптастырушыға ФИ қажетті түрге келеді және импульстер таратушысына түседі. Қуат күшейткіштері (ҚК) қадамдық қозғалтқыштың (ҚК) орамын қоректендіреді.

МҚМ үшін қадамдық қозғалтқышты таңдау кезінде импульс жиілігі 300 имп/с аспаған жағдайда белсенді қозғалтқыш (1 көрініс) қолданатын дәл нақтылықты қамтамасыздандырады. Айнымалы магнитті кедергісі бар қадамдық қозғалтқыштың басқа түрі нақты бскігуді қажет етпеген жағдайда және импульс жиілігінің саны 1200 имп/с аспаған жағдайда қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Адам-машиналық интерфейсті қалай түсінесіз?
2. Интерфейсті жобалау кезінде сақталынатын үш негізгі қағида?
3. Микропроцессор дегенді қалай түсінесіз?
4. Микропроцессор кешенінің құрылымын келтіріңіз?
5. Қарапайым есте сақтау құрылғысы қалай орналасқан?
6. Есте сақтау құрылғысынан деректер қалай саналады?
7. Микропроцессор қандай функцияларды орындайды?
8. Микропроцессор құрылымын келтіріңіз?
9. Датчиктердің түрлерін атап көрсетіңіз?
10. Коммуникациондық жүйелердің тағайындалуы?
11. Ақпаратты берудің жылдамдығын қалайша жоғарылатуға болады?
12. Мехатрондық қозғалыс модулінің құрылымын келтіріңіз?
13. Пневматикалық мехатрондық қозғалыстың модулі қалай орналасқанын келтіріңіз?
14. Электргидравликалық мехатрондық қозғалыстың модулінің артықшылықтары қандай?
15. Электрогидравликалық МҚМ-ң функционалды сұлбасын көрсетіңіз?
16. Электрлік машиналар электрлі көрсеткіштер бойынша қалай топталады?
17. Тұрақты және айнымалы тоқ қозғалтқышты әр түрлі тоқ көздері қалай біріктіреді?
18. Қандай күш түрлендіргіштері бар?
19. Енді-импульсті түрлендіргішті қолданумен тұрақты тоқты қозғалтқышты басқару жүйесін көрсетіңіз?
20. Қадамдық қозғалтқышты басқарудың сұлбасын көрсетіңіз?

5 – БӨЛІМ

МЕХАТРОНДЫҚ ТЕХНИКА

Қазіргі кезде мехатрондық техника адамның жұмыс істеу саласының барлығында пайдаланылады. Мехатроника өнімдері – мехатрондық техникалық жүйелер (МТЖ) және құрылғылары қолданылатын қызмет салаларының кейбір түрлері төменде келтірілген. Өндірісте қолданылатын мехатрондық техникалық жүйелерге өнеркәсіп роботтары, сандық бағдарламалаумен басқарылатын (СББ) станоктар, автоматтандырылған линиялар және т.б. жатады.

Ары қарай, роботтарды мехатрондық құрылғы және робототехниканың өнімі болғандықтан оны толығымен қарастырады. Сондықтан, мехатрондық техниканың мысалы ретінде СББ станоктың сипаттамасына тоқталайық.

5.1. Мехатрондық техника мысалы – СББ станоктары

Сандық бағдарламамен басқарылатын станоктар өндірісте өте кең қолданыс тапқан. Станокта жасалатын операция түрлеріне байланысты СББ станоктары келесідей технологиялық топтарға бөлінеді: қырнаулық (токарные), жонғылау (фрезер), бұрғылаушы, координатты-тегістеушілі, жонғылау-тегістеушілі, ажарлағыш, көпмақсатты және т.б. СББ станоктарын енгізу орта және ұсақсериялы өндірісті автоматтандырудың басты бағыты болып табылады. Қазіргі заманғы СББ станоктары технологиялық мехатрондық жүйе болып табылады. Барлық мехатрондық жүйе сияқты СББ станок құрамына келесі құрылғылар кіреді: микроэлектроника және бағдарламалы-аппараттық техникалық құралдарының жиынтығынан тұратын басқару кешені (СББ құрылғысы); әр түрлі жетектен тұратын орындаушы құрылғылар (басты жетек, беру жетегі және т.б.), станок құрылысы ретінде орындаушы мехнизм, ақпараттық-өлшеу жүйесі және коммуникация жүйесі.

Халықаралық жіктеу бойынша СББ құрылғылары (СББК) келесі кластарға бөлінеді: NC (Numerical Control); SNC (Stored

Numerical Control); CNC (Computer Numerical Control); DNC (Direct Numerical Control); HNC (Handled Numerical Control); VNC (Voise Numerical Control). Реалды СББҚ әр түрлі класс көрсеткіштерінің синтезін көрсетеді.

Техникалық жүйелерді басқару үшін микропроцессорлық комплект пен компьютерлерді енгізуге байланысты, қазіргі кезде СББҚ-ң CNC класы және осы кластың басқалармен бірге үйлесімін қолдану кең таралған. Бұл СББҚ пайдалану кезінде бұйымды өңдеу кезінде басқару бағдарламасын және де жүйенің өзінің функционалдау бағдарламасын түзетуге және өзгертуге мүмкіндік береді. CNC класының басқару жүйесі диалогты немесе оқыту режимінде басқару бағдарламасын түзетуге және қайта жазуға мүмкіндік береді және нәтижелерді виртуалды режимде көрсетеді. Осы кластағы СББҚ әсер ету факторларына бейімделу бағдарламалары бар және де қашықтықтан құрылғыға диагностика және бақылау жасауға мүмкіндік береді, дербес жағдайда дистанционды түрде. CNC класының СББҚ қарапайым құрылымдық сұлбасы 5.1-суретте ұсынылған.

Мұнда жоғары деңгейдегі компьютер басқару бағдарламасын береді, онда бұйымның технологиялық және геометриялық барлық кезеңінің үлкейтіліп кодталған баяндамасы болады.

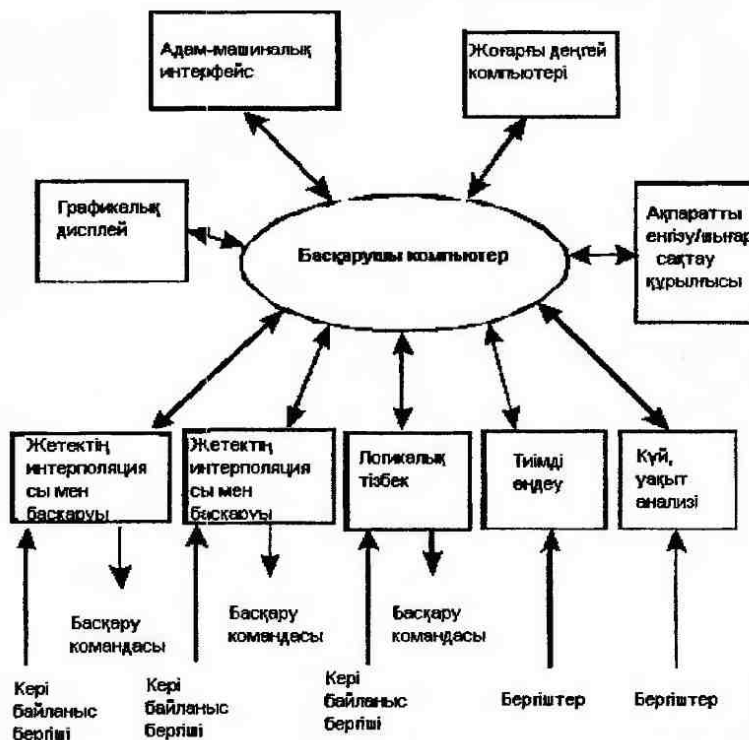
Адам-машина интерфейсіне дисплей, пернетақта, қолмен басқару және оқыту пульті т.б.кіреді.

Графикалық дисплей басқару бағдарламасының деректерін өзгерте отырып бұйым өлшемдерін түзетуге мүмкіндік береді.

Ақпаратты сақтау құрылғылары ретінде дискеталар, винчестерлер, компакт дискілер, флэш-карталары қолданылады. Ақпаратты енгізу және шығару құрылғыларына пернетақта, CD – ROM т.б. жатады.

Берілген интерполяция функциялары мен шеткі нүктелер координаталары бойынша басқару нысанының қозғалыс траекториясы аралық нүктелерінің координаталарын нақты дәлдікпен алу үшін интерполяция орындалады. Егер компьютерлік басқару тактикалық деңгейде басқарылса, онда интерполяция және басқару орындаушы деңгейде нақты

мехатрондық қозғалыс модулі – жетекпен басқарылады. Басты жетекті басқару жетекті қосу және өшіру, кейде бұрылу бұрышын басқару болып табылады. Ең күрделісі басқарылатын қозғалыс санына байланысты берілісті басқару болып табылады (станок координаты).



5.1-сурет. СББҚ қысқартылғын сұлбасы

Қадағалаушы жетектерді басқару кейде әсер бойынша бейімделеді. Сонымен қатар, орындаушы деңгейде басқару бағдарламасы қосымша режимді ұйымдастырады, яғни: кері байланыс датчиктерімен сигнал бойынша келістіру, жетек жүйесін бекітілген нольге орнату, координаталарды бақылау,

тежеу режимінде жетектердің автоматты түрде шығуы және т.б. Логикалық тізбектілік технологиялық түйіндерді қосу және өшіруді басқару болып табылады.

СББ станокта бұйымдарды өңдеу келесі тізбекпен шешіледі: бұйымның компьютерлік моделі жасалынады, мысалы, AutoCad ортасында; бұйымды өңдеудің технологиялық картасы жасалады; нақты станокқа қолданылатын басқару бағдарламасы жазылады; бағдарламаны автоматты түрде жүктеу орындалады; ары қарайғы басқаруды берілген шарттарына сәйкес басқарумен технологиялық операция аяқталғанға дейін СББҚ орындайды.

СББ станоктарының орындаушы құрылғылары: басты жетек, беру жетегі, қосымша құрылғы жетектері (құралды автоматты түрде ауыстыру құрылғысы және т.б.) болып табылады. Басты жетек және беру жетегіне жоғары қуатты және қатаң талаптары, жылдамдықты реттеу және басқару мүмкінділігі қойылады. Жетек ретінде әдетте, асинхронды электрқозғалтқыштар, мотор-шпиндельдер (басты жетек), гидрокүшейткішпен біріккен тұрақты тоқты электрқозғалтқыштары қолданылады. Беру жетектерінде гидрокүшейткіші бар қадамдық электрқозғалтқыштар, төмен айналымды электрқозғалтқышы бар электрлік жетектер, гидрожетектер қолданылады.

Беру жетектерінде беріліс механизмдері ретінде бұрандалы сомын, саңылау мен керілісті реттеуді автоматты түрде таңдайтын тістік және қайыстық берулер қолданылады. Басқарудың негізгі нысаны болып келетін станок бірнеше координаталармен басқарылатын орындаушы механизм болады. Металл кескіш СББ станоктарын шартты түрде екіге бөлуге болады: айналу денелерін өңдеу және корпусты бұйымдарды өңдеу үшін арналған станоктар. Ең әмбебаптысы – көпмақсатты станоктар болып табылады. Қазіргі заманғы станоктардың өнімділігін жоғарылату мақсатында шпиндельдің айналу жылдамдығын (4000 айн/мин аса), жұмыстың беру жылдамдығын (3м/мин), тез жүріс жылдамдығын (10м/мин)

көбейткен. Осы жерде дәлдік бойынша қатаң талаптар орындалады.

СББ станоктарының негізгі даму тенденциялары келесідей:

- ЭЕМ, контролер, микропроцессорлық комплектерді пайдалана отырып СББҚ жасау, микроэлектроникалық СББ станоктарын электравтоматикада қолдану, станок жүйесіне диагностикалық құрылғыларды енгізу;

- бұйымдарды өңдеу және басқарудың тиімділігін қамтамасыздандыратын автоматтандырылған өздігінен бейімделетін (адаптивті) құрылғыларды кеңінен ендіру;

- жеке станоктарды сонымен қатар станоктар тобын да басқаратын СББҚ жасау. Өндіріс аймағының жұмысын бақылау және жобалау, станок қатесін түзетуді қамтамасыз ететін бақылау құрылғылары және көлік жолы, қоймалар, станоктар мен роботтар жинағын ЭЕМ-мен басқару;

- Шпиндельдің айналу жиілігін сатысыз реттейтін үлкен диапазонды автоматтандырылған жетектерді ендіру және ең жетілген түрлендіргіштер мен қозғалтқыштарды қолдану.

5.2. Қатты дискідегі мәлімет жинақтауыштар

Электронды-техникалық жүйелерде әр түрлі мехатрондық бұйымдар механикалық бөлігінің электронды бөлікке мазмұны мен рөлінің қатынасымен ерекшеленеді. Мысалы, кейбір жүйелерде басқару функциясы басты болып келеді, ал механикалық бөлігі қосымша функцияны қамтамасыз етеді. Мұндай МҚ-ға компьютерлерде ақпаратты тасушы ретінде қолданылатын винчестер, икемді дисклердің дискжетектері мен компакт-диск жетектері CD-ROM жатқызуға болады.

Қатқыл дискілерде жинақтаушы (Hard Disc Drive, HDD) деп те аталатын ең бірінші винчестер 70-жылдар басында IBM фирмасымен жасалып шығарылған. Бұл қолайсыз 14-дюймді диск әрқайсысында 30 секторы бар 30 жолды жаздыртатын; дискінің "30/30" белгіленуі "Winchester" фирмасының кең таралған мылтық атына ұқсайтын, нәтижесінде ағылшын тілінде

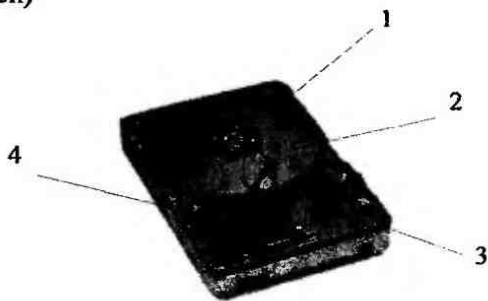
шешілмейтін дискісі бар диск құрылғыларын атау үшін "winchester" (винчестер) сөзін кең қолдана бастады. 1973 жылы IBM фирмасы 140 Мб көлемді бірнеше дискіден тұратын бірінші жинақтаушыны жасап шығарып, ол \$8600 бағамен сатылды.

IBM PC компьютерінің бірінші моделін жасаған кезде құрамдас винчестер орнатылмаған, алайда келесі модельдерде оны орнатты (20 Мб). PC AT компьютерлерінде винчестер компьютер тиімділігін жоғарылататын құралы болды – пайдаланушы операциялық жүйені дискіден жүктеуге қажеті болмады және бір бағдарламаның бастапқы жұмысы кезінде жаңа дискетаны іздеуі керек болмады. Құрамдас дискілерде үлкен көлемді деректер мен бағдарламаларды сақтау мүмкіншілігі дербес компьютерлердің қолдану диапазонын кеңейтті.

Бүгінгі күнде HDD кез келген компьютердің ажырамас бөлігі болып келеді. Қазіргі винчестерлерді күрделі мехатрондық жүйе деуге болады. 5.2-суретте бастиегі шешілген винчестердің негізгі түйіндері көрсетілген:

- 1 – диск блогы;
- 2 – оқу/жазу бастиегі;
- 3 – басқаратын электроника;
- 4 – бастиек жетегі.

(Суретте диск блогымен айналатын шпиндель - жетегі көрсетілмеген)



5.2-сурет. Қақпағы ашылған винчестер

Кейбір түйіндерді толық қарастырайық. Негізгі орындаушы құрылғылар шпиндель жетегі және бастиек тетігінің айналу жетегі болып табылады.

Шпиндель жетегі диск блогы астында орналасқан магниттік өрісті тудыратын қозғалтқыштан тұрады. Қозғалтқыш бойына тоқ арнайы сұлба көмегімен өтетін орамды орналастырумен жүзеге асырылады. Шпиндельдің өзінде тұрақты магнит бекітілген, ол осы өріс әсерінен диск блокты айналдыра айнала бастайды.

Бастиектің айналу иінтірегін қозғалту үшін дискретті емес дыбыстық катушка тәріздес сызықты қозғалтқыш қолданылады, онда ешқандай дискреттілігі болмайды. Ал жолшыққа қондыру дискіге жазылған сигнал бойынша орындалады, ол дискіге жазылу тығыздығын және жетектің дәлдігін жоғарылатады. Сызықты қозғалтқыш тұрақты магнит өрісінде орналасқан иінтіректің соңындағы қарама-қарсы бастиекке бекітілген екі орамды болып табылады. Орам арқылы тоқ өткен кезде біріншімен әсерлесетін және орамдағы тоқ күші мен полярлығынан тәуелді, қатаң анықталған бағыттағы бұрылыс жүйесін орнатуға ғырысатын екінші магниттік өріс пайда болады. Токтың біркелкі өзгерісі кезінде диск радиусына жақын доға бойымен бастиекті қозғалта отырып, иінтірек жүйесі өз осі бойымен бір қалыпты айналады. Бастапқы күйде (қондыру аумағы) иінтірек жүйесін бекіту магниттік ілмек арқылы жүзеге асады, ол бастиектің ішкі шекті күйінде статор бетіне тартылады да тетікті осы қалыпта бекітеді. Бұл – диск беті тиіп жататын бастиектің соңғы күйі. Винчестерді қосқан кезде қозғалтқышқа күшейтілген тоқ импульсін бере отырып, сызықты қозғалтқышты басқару схемасы бекіткішті «жұлып алады». Дискінің қондыру аумағында ақпарат жазылмайды.

Винчестердің басқару кешені өзінің процессоры, жадысы, енгізу/шығару құрылғысы және т.б. бар дербес микрокомпьютер болып табылады. Оның негізгі жұмысы:

- қорек көзін берген кезде барлық жүйені диагностикалау;
- орындаушы құрылғының жұмысын бақылау;

- диск бетінде қажетті деректерді табу, бастиекті орналастыру;

- диск бетінен оқу қатесін түзету;
- қатқыл диск контролерімен деректер алмасу;
- температурлық режим өзгерісі кезінде қажетті қадағалаушы жетектерді қайта мөлшерлеу;

- қорек көзінің кенеттен сөніп қалған кезінде, бастиекті қондыру аумағына орнын ауыстыру;

- жұмыс параметрлерін есепке алу (S.M.A.R.T. (Self Monitoring Analysis and Report Technology) – талдау және есеп беруді өздігінен қадағалау технологиясы;

- сигналдарды ажырату және күшейту, ол үшін PRML (Partial Response, Maximum Likelihood) деп аталатын үлгі жиынтығымен алынған сигналдарды салыстыруға негізделген технология қолданылады. Осы кезде максималды ұқсастық негізінде кодтық сөзді қабылдау туралы шешім жасалады, осы жұмысты берілген схемалар жасайды.

Винчестер келесідей жұмыс істейді:

Қорек көзін қосқан кезде винчестер микропроцессоры электрониканы тестілейді, содан кейін барып диск блогының жетек қозғалтқышын қосу командасын береді. Айнарудың соңғы жылдамдығына жеткен кезде диск бетіндегі ауа тығыздығы бастиектің бетті қысу күшін жеңуге жеткілікті болады және оларды диск бетінен жүздеген микронға көтереді. Осы сәттен бастап және критикалық жылдамдығына түскенше бастиек ауалық көпшікте (подушка) «булайды» («парят») (саңылау қалыңдығы шаш қалыңдығынан 5-10 есе кем) және диск бетіне тимейді, сондықтан дискілер, бастиектер мүлдем ескірмейді. Алайда, кішкентай бөлшектер дискінің бұзылуына қауіп тудырады. Диск номиналға жақын айналу жылдамдығына жеткеннен кейін бастиек қондыру аумағынан шығарылады, содан кейін айналу жылдамдығын тұрақтандыру үшін сервотанбаны іздеу басталады. Дискінің кез-келген аумағында сервобелгіленулер болғандықтан, сервоимпульстер айнала бастағаннан бастап бастиектен келіп түседі және олардың жиілігі арқылы дискінің айналу жылдамдығын білуге болады.

Айналдыруды тұрақтандыратын жүйе сервоимпульс ағынын бақылап отырады, номиналды жылдамдыққа жеткен кезде “қармау” басталып, айналу жылдамдығының кез-келген ауытқу кезінде қозғалтқыш орамындағы тоқтың өзгеруімен түзетіледі. Айналудың номиналды жылдамдығына жеткен кезде бастиек жетегінің бекіткіші босатылады да, басқару жүйесі оның жаңа орында бұрылу және ұсталу қабілетін тексереді. Ол үшін әр түрлі бағытта бірнеше тез бұрылулар жасалады, ол винчестер қосылғаннан кейін бірнеше секундтан соң құлаққа “шу” сияқты естіледі. Бастиектің орын ауысуы кезінде бастиектен келіп түсетін сервоимпульстер әрдайым бақыланып отырады, сондықтан басқару жүйесі бастиектің қанша жолшық бойынан өткенін біліп отырады. Осылайша, таңдалған жолшықта бастиекті ұстап тұру ұқсас болады – жолшық центрінен ауытқыған кезде сервоимпульс пішіні мен шамасы өзгергенде басқару жүйесі жетек орамындағы тоқты өзгерте ауытқуды жойып отырады. Бастиектің жетегін тестілеу кезінде сұрыптау (калибровка) да жасалады, яғни “тигізбеудің” аз саны кезінде бастиектің дәл және тез орнын ауыстыру үшін басқару сигналдар параметрлерін таңдайды. Одан кейін қызметтік аумақтан ақпаратты оқу орындалады. Винчестердің ТСҚ-да бастапқы қосу бағдарламасы ғана сақталады. Ал ОСҚ-на басқару бағдарламасының басқа бөліктері жүктеледі. Сонымен қатар, ОСҚ-на ақаулықты қайта белгілеу картасы да жүктеледі, онда дискілердің зауыттық белгіленуі кезінде шыққан ақаулық секторлары белгіленген; бұл секторлар жұмыстан шығарылып және әр дискінің бөлек аумағында және әр жолшықта болатын резервпен ауыстырылады. Осылайша, дискіде ақаулықтар болса да (қазіргі кезгі жазба тығыздығында олар әрқашан да бар), пайдаланушыға жаңылысу секторларынан бос “таза” винчестер болып көрінеді. Микрокомпьютердің механикасын және электроникасын баптағаннан кейін, винчестердің БК-сі жүйелік тақшада орналасқан контролерден команда режиміне ауысып, күтеді. Команданы алғаннан кейін ол керек бастиекті қосады, сервоимпульс арқылы керек жолшықты табады да, бастиекке керек секторға жеткенше күтіп, ақпаратты оқуды немесе жазуды

орындайды. Егер контролер бірнеше сектордың оқу/жазуын, сұраса, винчестер өзінің ОСҚ буфер ретінде пайдаланып оқу/жазуды, ақпаратты контролерге беру немесе алумен бірлестіріп, блоктық режимде жұмыс істей алады. Диск жұмысы кезінде бастиек орнын бақылаушы жүйе жұмыс жасап отырады: үзіліссіз шығып отырған сигналдан қиылыспау сигналы бөлініп, ол бастиектің жетек орамындағы тоқты басқаратын кері байланыс схемасына беріледі. Бастиек центр жолағынан ауытқыған кезінде орамда оны орнына қайтаруға ұмтылатын сигнал пайда болады. Қорек көзін сөндірген кезде БК бастиекті бастапқы күйге орнату командасын береді, бұл команда айналу жылдамдығы межеліктен төмен түскенше орындалып үлгереді.

5.3. Офистік мехатрондық техника

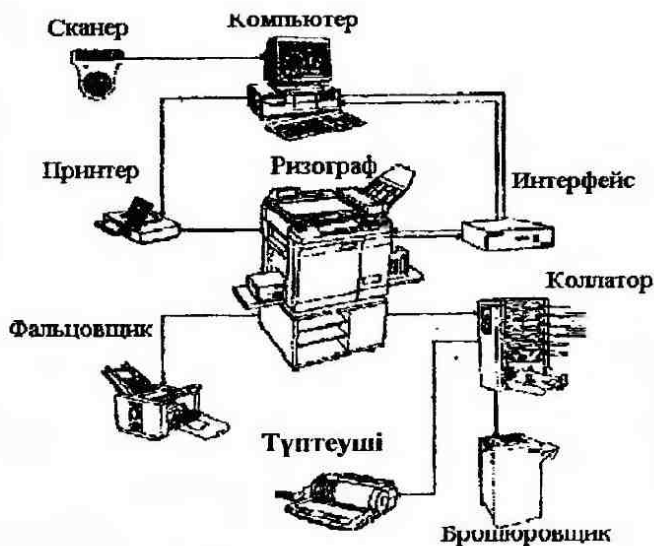
Мехатрондық қондырғылар офистерде және тұрмыста кеңінен қолданыс тапқан. Қолданылып жүрген офистік оргтехникаларға мехатрондық қондырғы ретінде мысалға жазу автоматтары (Оргтекст Д, Роботрон 6908, Флексорайтер 2201), көшіріп-көбейткіш техникалары (Хегох, Сапон, Ricon), оперативті полиграфия құралдары (гектографтар, ротаторлар, ризографтар), сканер; байланыс құралдары – телефон, факс, модем т.б. келтіруге болады.

Мысалы, ризограф – кез-келген полиграфиялық басылымдарды шығаруларды шапшаң дайындау, редакциялау және көбейту үшін қолданылады. Интерфейс RIP300 көмегімен ризографты компьютерге қосуға болады. 5.3-суретте әр түрлі мехатрондық қондырғылардан құралған ризографтық кешеннің құрылымы көрсетілген: 1–сканер, 2–принтер, 3–ризограф, 4–фальцовщик, 5–түптеуші, 6–коллатор, 7–брошюралаушы, 8 – интерфейс, бұл қондырғылардағы қозғалыстың барлығы тұрақты ток электр қозғалтқыштары арқылы әр қондырғының контролерімен іске асады. Ал, компьютерге қосу арнайы бағдарламалар – драйверлер арқылы іске асады.

Мысал ретінде лазерлік принтердің жұмыс принципіне толығырақ тоқталайық (2).

Лазерлік принтердің негізгі конструктивті элементі кадамдық қозғалтқыштағы жетегі бар барабан болып табылады (5.4-сурет). Барабан жарық өткізетін жартылай өткізгіш арқылы жұқа қабыршақпен көмкерілген металды цилиндр түрінде болады (мұндай жартылай өткізгіш ретінде мырыш тотығын пайдаланады). Барабан бетіне бір қалыпты таралған статикалық заряд таратылады. Бейнені қалыптастыру үшін барабанда корониерлейтін сым қолданылады.

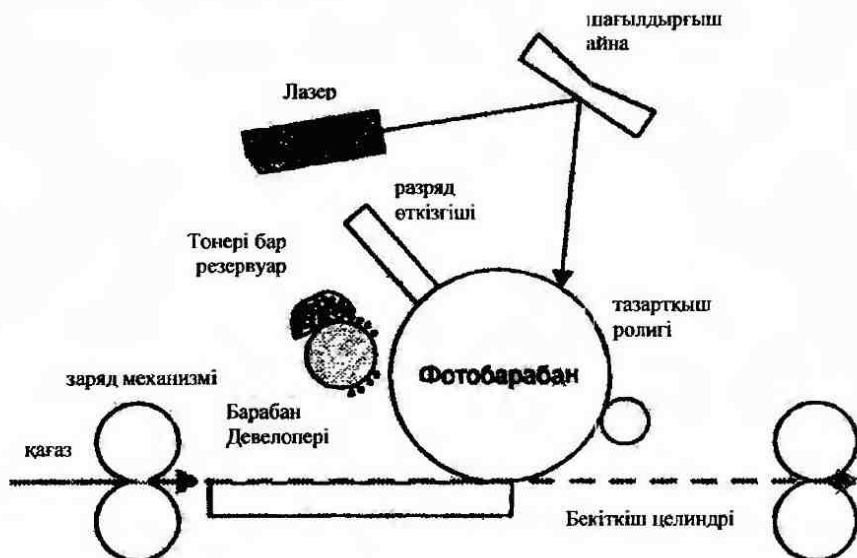
Осы сымға жоғары кернеу беріледі, нәтижесінде оның айналасында «коронна» деп аталатын иондалған аймақ пайда болады.



5.3-сурет. Ризографиялық кешен

Осы аймақ барабанға беттік заряд жасайды. Контроллерден басқарылатын лазер, айналып тұрған айнадан шағылысатын жіңішке жарық сәулені генерациялайды. Бұл сәуле барабан бетіне түскенде, жанасу нүктелерінде барабанның беттік

зарядтарын өзгертеді. Сонымен, барабанда бояйтын шаң тартатын нүктелер және бейне пайда болады. Қағаз, беру механизмі арқылы принтерге тартылады. Барабанның алдында қағазға статикалы заряд беріледі. Содан барып қағаз барабан бетімен жанасады және өзіндегі статикалық зарядтың арқасында тонердің кішкентай бөлшектерін өз бетіне тартады. Тонер қағазда бекітілуі үшін қайтадан зарядталады және қағаз температурасы 180° -қа жақын болатын екі роликтің арасынан өткізіледі. Сонда принтерде басқарылатын электрқозғалтқыштар көмегімен барабан қозғалысы, бұру айнасының қозғалысы, бекітуші цилиндр жетегі және қағазды беру механизмінің қозғалысы орындалады.



5.4-сурет. Лазерлік принтердің функционалды сұлбасы

Функционалды тағайындалуды орындау үшін қажетті, негізгі және қосымша операциялар мехатрондық модульдер

және құрылғылар көмегімен орындалатын банктік офис техникасының көптеген мысалдарын келтіруге болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Мехатрондық техникаға мысалдар келтіріңіз?
2. Сандық бағдарламалық басқарылатын құрылғылардың басқару жүйесі қандай элементтерден тұрады?
3. Сандық бағдарламалық басқарылатын станокта бұйымды өңдеу қандай тізбекте шешіледі?
4. Қатқыл диск – винчестерде жинақтаушы қалай орналасқан?
5. Винчестер қалай жұмыс жасайды?
6. Офистік мехатрондық техникаға мысалдар келтіріңіз?
7. Лазерлі принтердің функционалды жұмысын көрсетіңіз?

6 – БӨЛІМ РОБОТТАР

6.1. Роботтардың қолданылу аймағы және тағайындалуы

Роботтарды тағайындалу және қолданылуы салалары бойынша келесі түрде жіктеуге болады: манипуляциялық, информациялық, мобильді, роботтар-экзоскелетондар [21] (6.1-сурет). Кең тараған класқа манипуляциялық роботтар жатады, оларға өнеркәсіптік роботтар, экстремалды орта үшін арналған роботтар, медициналық және тұрмыстық роботтарды келтіруге болады. Өндіріс саласында қолданылатын өнеркәсіптік роботтарды тасымалдау, суық штамповка, механикалық өңдеу, пісіру, құрастыру, бояу, дәлдік құю, гальваника, тиеп-түсіру, лазерлі өңдеу және сол сияқты технологиялық операцияларда қосымша және негізгі функцияларды орындау кезінде қолданады. Өнеркәсіптік роботтарды тағайындалуы бойынша үш топқа бөлуге болады: технологиялық, көтеріп-тасымалдау және әмбебап.

Экстремалды ортада жұмыс жасайтын роботтарға адам денсаулығы және өмірі үшін қауіпті жерлерде жұмыс жасайтын роботтарды келтіруге болады. Мысалы, радиоактивті немесе жарылу қауіпі бар материалдармен жұмыс жасайтын робот – өрт сөндіруші. Ғарыштық роботтар ғарыштық аппараттарды түйістіруді, жасанды спутниктерді буксирлеу және ұстау, жеке блоктарды ауыстыру, үлгілерді және грунтты жинау сияқты жұмыстарды орындайды. Су асты роботтары авариялы-құтқару жұмыстарын орындайды және су асты мұнай скважиналарының жабдықтарын жөндеу және қызмет ету үшін, су астында орындалатын жұмыстарды және пайдалы қазбаларды бақылау және алу үшін арналған жұмыстарды орындайды.

Жоғарыда аталып өткен мехатрондық құрылғылардан басқа медицинада аса дәлдікпен орындалатын операцияларды және аз кесілетін операцияларды орындау үшін роботтар қолданылады. Күтуші роботтар деп аталынатын роботтар кемтар науқастарға

әр түрлі қарапайым функцияларды: денені бұру, радионы қосу және басқа да қозғалыстарды орындауға мүмкіндік береді.

Тұрмыстық роботтарға үйшаруасы-роботын, әр түрлі антропоморфты ойыншықтарды, сонымен қатар жарнамалық және басқа мақсаттарда қолданылатын роботтарды келтіруге болады.

Роботтардың басқа класы – ақпараттық роботтар, ғарышта, су асты, жер астында қолданылатын аппараттардан тұрады. Бұл роботтардың негізгі тағайындалуы қоршаған орта жайлы ақпарат алу және беру болып табылады. Ақпаратты роботтардың негізгі ерекшелігі – супервизорлы басқарылуында. Бұнда операция автоматтандырылған түрде жасалады, тек бір операциядан екіншіге өтуді супервизор қызметін атқаратын оператор роботтың әрекетін бақылап, қимыл стратегиясын жасап шығарады.

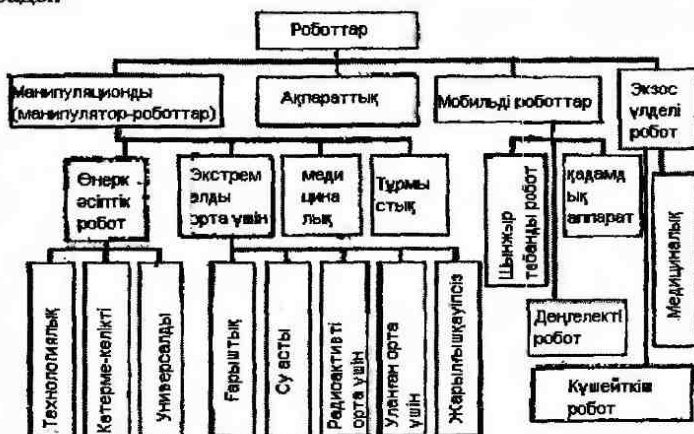
Болашағы бар роботтар мобильді класқа жататын роботтар болып табылады. Бұл роботтар әр түрлі қозғалтқыштар көмегімен орын ауыстырады және осы қозғалтқыш түріне байланысты олар: қадамдық, дөңгелекті, шынжыр табанды болып бөлінеді.

Бөлек класқа экзосүлделі роботтарды бөлуге болады. Олар адамның қол-аяқ функцияларын ауыстыру және күшейту үшін қолданылады. Оларға әр түрлі ортопедикалық құрылғылар, жасанды аяқ-қолдар, протездер жатады.

Киборг деп аталатын күштік-роботтар адамның физикалық мүмкіндіктерін күшейтеді. Кейбір жағдайда киборгтарды адамнан да артық көру және есту құрылғылармен қамтамасыз етеді.

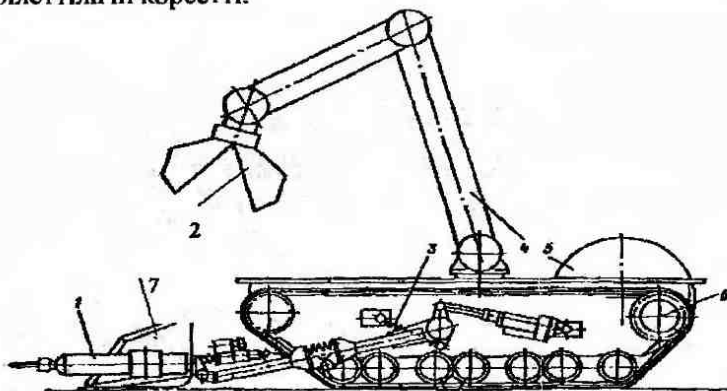
Кейбір роботтарды бірден бірнеше кластарға жатқызуға болады. Мысалы, Чернобыль АЭС-дегі аварияны ликвидациялау үшін Н.Э.Бауман атындағы ММТУ-де жасалған "Мобот-Ч" роботы пайдаланылды [21]. Мобот-Ч манипуляционды және мобильді робот болып табылады, ол шынжыр табанды шассиден 3, шөміші бар манипулятордан тұратын аспалы қондырғыдан 4 және соғатын балғадан 1, фронтальды жүк салғыштан 7, ақпарат

және басқару жүйелерінің кабель қалаушысы 6 бар барабаннан 5 тұрады.



6.1-сурет. Роботтардың жіктелуі

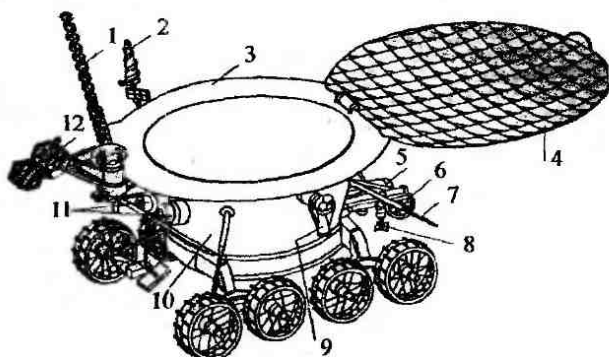
Робот операторға дистанционды басқаруға мүмкіндік беретін техникалық көру жүйесімен жабдықталған. Мобот-Ч роботы аса жоғары радиация жағдайында өзінің жақсы жұмысқа қабілеттілігін көрсетті.



6.2-сурет. МОБОТ-Ч роботы

6.2. Ғарыштық роботтар

Қазіргі кезде ғарыш кеңістігінде зерттеу және жұмыс істеу үшін ғарыштық роботтар қолданыс табады. Ғарыштық роботтарға орбитаға шығарылған басқарылатын ғарыштық аппараттарды, сонымен қатар, ғаламшар серіктерінің бетін және басқа ғаламшарларды зерттейтін аппараттарды жатқызуға болады. Қазір ғарыштық роботтар ұшатын құралдармен қатар ғаламды тануда қолданылатын маңызды құралдар болып табылатыны белгілі болды. Ғарышты игерудегі жарқын беттердің бірі – автоматты өзі жүретін "Луноход-1" және "Луноход-2" зертханалары болып табылады. 6.3-суретте 1970 жылы Ай беткі қабатын зерттеген "Луноход-1" бейнеленген. Бұл аппарат 300 тәулік бойы Молшылық теңізінде жүріп, жалпы ауданы 500000 кв.м болатын беттің 2000 суретін түсірді. 6.3-суретте "Луноход-1"-ң негізгі бөліктері көрсетілген. Мұнда 1,2 –антенналар; 3 – радиатор-суытқыш; 4 – күн батареясы; 5 –изотопты энергия көздері; 6-тоғызыншы дөңгелек; 7-істікті антенна; 8 – телефотокамера; 10 – аспаптық бөлік; 11 –телевизиялық камера; 12 – лазерлі шағылыстырғыш. Бұл өздігінен жүретін аппарат мобильдік роботқа мысал бола алды, оның 8 автономды басқарылатын жетекті дөңгелегі және топырақты бұрғылауға және алуға арналған манипуляторы болды.



6.3-сурет. «Луноход-1» ғарыштық роботы

Автоматты басқарылатын ғарыштық роботтың екінші бір мысалы ретінде американдық аппарат «Викингті» атауға болады. Бұл аппарат Марс бетіне 1976 жылы жеткізілді. Бұл роботта автоматты басқарылатын тірек механизмі, манипулятор және антеннаның басқарылатын жетекші механизмдері бар. Көп ретті қолданылатын ғарыштық кешен манипуляторы «Шаттл» ғарыштық роботтың бір мысалы болып табылады. «Шаттлды» қолдану 1980 жылы басталды.

Роботтың манипуляторы радиусы 9 м болатын жоғарғы жартылай сфераға қызмет көрсете алады және сонымен қатар аппараттың төменгі бөлігін жартылай қамтиды. «Шаттл» роботы келесі операцияларды орындай алады: көп ретті пайдаланылатын «Спейслэб» ғылыми-зерттеу зертханасын шығару; жөндеу жұмыстарын жүргізу мақсатында модульдермен және серіктермен беттестіру басқа да еркін ұшатын роботтарды іске қосу; телескопты ашу, орнату және қызмет көрсету; серіктерді аппаратқа тиеу және түсіру операцияларын орындау; күн батареясының бағытын өзгерту, оларға қызмет көрсету және қажетті жағдайда жөндеу; ашық ғарышта ғарышкерлерді аппарат маңында орын ауыстыру операцияларын орындау.

Ғарыштық роботтардың тағы бір мысалы Жерді дистанционды зондтау (ДЗ) серіктері болып табылады, олар нысандарды және жер беті аудандарын түсіру командалары мен бағдарламаларын айқын және нақты орындайтын интеллект элементтері бар күрделі басқарылатын техникалық құрылғылар. ДЗ серіктері қолмен стерильденген өндірістік цехтарда жиналады, оның құрамында бір техникалық организм ретінде жұмыс істейтін және өзара байланысқан көптеген күрделі және әмбебап аспаптар мен құрылғылар бар. ДЗ ғарыштық аппараты жасанды серікті басқаруға қажетті жүйелерден тұрады: навигациялық аспаптар, бұрыштық орналасу бергіштері, гироскоптар; сонымен қатар, температураның үлкен ауытқулары жағдайында қызмет студі қамтамасыз ету және электр қорек көзі жүйелері. Аппараттардың салмағы 10-15 тоннаға дейін жетеді.

6.3. Өнеркәсіптік роботтар

6.3.1. Қолданылу аймағы және тағайындауы

Өнеркәсіптік роботтар (ӨР) саны жағынан басқа роботтар түрлерінен артық. ӨР негізгі ерекшелігі – бастапқы кезден бастап ұйымдасқан ортада жұмыс істеу үшін арналған. ӨР қолданылатын өндірісте роботтың тұратын орны, қызмет көрсететін жабдықтар алдын-ала белгілі, роботтың жұмысы қатаң анықталған. Мысалы, егер робот престік жабдыққа қызмет көрсетсе, робот қармауы қоректендірушіден бұйымды алып, пуансон және матрица арасындағы преске қояды. Содан кейін бұйым кесіліп жоғарыға тасталады, қармау дайын бұйымды конвейерге немесе керек орынға қояды. Бұл ұйымдастырылған орта мысалы. Мұнда мысалы, ғарыш немесе су асты ұйымдаспаған және алдын-ала болжанбайтын ортаға қарағанда, қарапайым басқарылатын роботтар қажет. Роботтар құрылысының қарапайымдылығы және де әр түрлі өндіріс орталарының сұранымдарын қанағаттандыру үшін әр түрлі құрылысты үлкен көлемде қарапайымнан бастап күрделі-интеллект элементтері бар адаптивті роботтарды жобалау және пайдалану себептері туындады.

Жоғарыда берілген анықтамаға қоса өнеркәсіптік робот деп – негізгі және қосымша өнеркәсіптік операцияларды орындаған кезде, адамның тікелей қатысуынсыз оның қозғалыс және ойлау функцияларын жасау үшін арналған әмбебап автономды жұмыс істейтін автомат-машинаны айтамыз.

Негізгі өнеркәсіптік операцияларға роботтар жасайтын мысалы, дәнекерлеу, бояу, құрастыру және т.б. жатады. Қосымша операция мысалы, станоктарға қызмет көрсету, бұйымды тасымалдау және т.б. бола алады. Машинақұрастыру өндірісінде технологиялық жабдықтарды және үрдістерді талдау кезінде, өндіріс түрі бойынша ӨР қолданылатын тиімді облыстар шығарылды [24]: күйме өндірісі – ерітіндіні пресс-пішінге құю механизациясы, жұмыс бетіне майлау материалдарын жағу; облой кесу; конвейерге скрапты жинау;

өзекті дайындау; құйманы титықтау; дробеметпен құйманы тазарту; сараптау, жүктеу, құйманы тасу; басқа технологиялық жабдық және қысым астында құйма машиналарына қызмет көрсету; ұсталық-баспақ өндірісі – аймақта басқа технологиялық жабдықтарды және ұсталық-баспақ жұмыстарын синхрондау және қызмет көрсету; металл кесу үшін қайшыларға қызмет көрсету; бұйымды окалинадан тазарту; тасымалдау; дайын бұйымдарды ары қарай тасымалдау үшін конвейерге беру; механикалық өңдеу, сынау, станоктарды жүктеу-бақылау; бұйымдарды және дайындаманы операция аралықта тасымалдау; аймақта станок жұмысын, көлік құрылғыларын және басқа жабдықтарды синхрондау, жинау автоматтарын құрастыру және қызмет көрсету, бұйымды таңдау және бағыттау, жәшікке салу, орнын ауыстыру, жұмыс орнына орналастыру; бекіту операцияларын орындау (бекітпені таңдау, түйреуіш, бұранда, сомынды (гайка) орау), аймақта жинақтаушы технологиялық жабдықты синхрондау; термоөңдеу-қыздыру пештеріне қызмет көрсету; термоөңдеудің станоктарына жоғары жиілікті токпен қызмет көрсету; аймақ бетінің қаттылығын өлшеу үшін тазалау; пісіру, дәнекерлеу, газдық кесу, күрделі контурмен пісіру, пісіруден кейін жікті (шов) тазарту, күрделі пішінді бұйымдарды плазмалық және газдық кескіш арқылы кесіп алу, кесу режимін реттеу, бояу алдында бұйымды жуу, көлік құралына бұйымды бояу және орналастыру, жуу ваннасы мен камераларға қызмет көрсету, бояушы камераларға қызмет көрсету, пневмошашыратқышпен бұйымды бояу, үлкен көлемді бұйымды пневмошашырағышпен бетін тегістеу және бояу; бұйымдарды тазарту; гидрокұм тазартушы, ұнтақтаушы және басқа аппараттармен жұмыс істеу, жәшікке бұйымды қармау және орналастыру, ваннаны гальваносырлау, ванна жұмыс режимін басқару, бұйымды шешіп жәшікке салу, іріктеу, буу, консервациялау, қажетті бұйымдар мен жинау бірліктерін таңдау және қоймалау, бұйымды консервациялау, берілген ретпен бұйымды жәшікке салу, бұйымды буу, қоймалау, тасымалдау және т.б. операциялар жатады.

Дамыған елдерде автомобиль, ұшақ және кемелерді жасаған кезде дәнекерлеуші, механикалық жинақтаушы және бояушы роботтар қолданылады. ӨР әр түрлі қозғалтқыш (электро-гидро қозғалтқыштар т.б.) шығаратын зауыттарда қолданылады.

Жоғары технологиялық өнім шығарылатын өнеркәсіптің бәрінде роботтар қатысады. Мысалы, интегралды схемаларды өндіру, әр түрлі аппаратураның электрондық құрылғыларын жинау толық автоматтандырылған болып келеді.

6.3.2. Қолдануды негіздеу және артықшылығы

Өндірісті автоматтандырудың кейбір артықшылықтарында қысқаша тоқталайық. Автооператорларды, қарапайым манипуляторларды, құрастырушы автоматтарды қоса отырып, негізгі және қосымша өндірістердің қолмен жасау жұмыстарын автоматтандыру және механикаландыру құралдарының бар болуы арнайы құрастырушы түрінде орындалады. Өндірістен шығатын сол бір бұйымның құрастыруын өзгерту, автоматтандыру және механикаландыру құралдарының құрастыруын өзгерту қажеттілігі әр кезде қажеттілікті тудырады. Өндіріс (станоктар және басқа қондырғылар) құралдарының бұрын қолданылған жаңа бұйымның өндірісіне жиі ауысуы қажетсіз болып қалады. Мұндай жағдайларда қазіргі заманғы ӨР қолдану технологиялық үрдістердің жаңа талаптарын қолданбалы тез қайтабағдарламалауға мүмкіндік береді.

Қолмен құрастыру немесе технологиялық қондырғыны қолмен жүктеу кезінде еңбек өнімділігі оның физикалық мүмкіндіктеріне және жұмыс квалификациясына тәуелді айнымалы шама болып табылады. Мұндай жағдайларда қондырғының жұмысын синхрондау және оның өнімділігінің тиімділігіне жету қиын. Өнеркәсіптік роботтарды қолданумен оның ұйымының тиімділігі үшін, алдын-ала жіберуді құруға және өндірісті қалпына келтіруге, технологиялық аумақтың

анықталған қондырғының өнімділігін тұрақтандыруға мүмкіндік пайда болады.

Өнеркәсіптік роботтар басқа әдіспен автоматтандыруға қиын технологиялық үрдістерді автоматтандыруға мүмкіндік береді. ӨР өндірісті кешендік автоматтандырудың қажет құрастырушылары болып табылады және роботталған технологиялық кешендер (РТК), автоматтандырылған линиялар (АЛ), икемді өндірістік жүйелер (ИӨЖ) құрамына кіреді.

ИӨЖ түсінігінде кірісіне анықталған бұйымға немесе бұйым тобына техникалық тапсырма берілетін, ал шығысында дайын өнім шығатын автоматтандырылған өндіріс (адам қатысуынсыз) түсіндіріледі. АЛ басқа өндіріс құрамына кіретін өндірістік бірлікпен жеке функционалдаушы немесе ИӨЖ құрама бөлігі болып табылады. РТК – бұл қалған өндірістің кіріс және шығыс ағындарымен өзара байланыстағы автоматтандырылған жұмыстарды қамтамасыз ететін бір немесе бірнеше ӨР-ты, негізгі және қосымша қондырғыларды қосатын өндірістің автономды әрекет ететін технологиялық құралдар жиынтығы.

Өнеркәсіптік роботтар жиынтығындағы технологиялық қондырғының кешендік қолданылуы негізгі және көмекші персоналдың бөлігін босатуға мүмкіндік береді.

Өнеркәсіптік роботтарды қолдану негізінде ӨР жұмыстың еңбегін жеңілдетуге, яғни оны монотонды, квалификацияланбауден босатуға, сондай-ақ ауыр және қауіпті еңбектің; «шаршаусыз» жұмыстың ұзақ режимін қамтамасыз етуге және орындау уақытын төмендету негізінде шығарылатын өнімнің сапасын және өнімділік еңбегін жоғарылатуға, кәсіптік аурулардан және өндірістік соққылардан жұмыс уақытын жоғалтуды төмендетуге, жұмыс қауіпсіздік шартын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Бір американдық сарапшы айтқандай, роботтар «темекі тарту немесе әңгімесесу үшін жұмыс орнынан кетпейді, демалыс алмайды, ауырмайды».

ӨР тәулігіне 24 сағат бойы өндірістік операцияларды орындайды. «Фанук» жапондық фирмасының берілгендері

бойынша үздіксіз жұмыс кезінде ӨР ортамен төрт жылдың ішінде бір рет аз жұмыс істеуден бас тартады.

ӨР қондырғының тәулік бойы жұмыс есебіне энергошығын тұрақтылығын қамтамасыз етеді. ӨР жаңа автоматтандырылған технологиялық үрдістерді құруды ынталандыруға және барларды интенсифицирлеуге мүмкіндік береді. Роботтарды қолдану нәтижесінде жұмысшыларды қысқарту есебінен төлем ақы фонды тиімді ме, жоқ па соны есептеу қиын емес.

6.3.3. Өнеркәсіптік роботтардың жіктелуі және мысалдары

ӨР көптеген белгілері бойынша жіктеуге болады, мысалы, орындайтын операция сипаты бойынша ӨР былай бөлінеді:

1) Өндірістік (технологиялық), технологиялық үрдістің негізгі операцияларын жасайды. Бұл роботтарға дәнекерлеуші, бояушы, жинақтаушы, бақылаушы-өлшеуші роботтар жатады.

2) Көтерме-транспорттық (қосымша). Бұл роботтар бұйымдардың орнын ауыстыру бойынша әрекет жасайды, құрал-сайманды шешу-орнату және т.б. Мысалы, кейбір өңдеуші СББ станоктары құрал-сайманды ауыстыру үшін манипулятормен жабдықталады.

3) Әмбебап роботтар әр түрлі технологиялық операцияны орындай отырып, бірінші екі топтың белгілерін қосады.

4) Арнайы роботтар металлургияда кең таралған, мысалы, жоғарытемпературалы пешке қызмет көрсету және т.б.

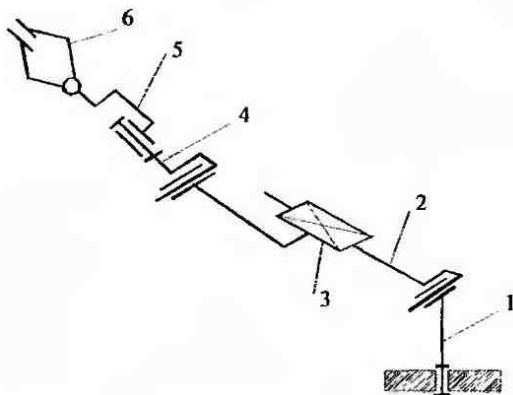
Мобильді жағынан ӨР стационарлы және қозғалмалы болып бөлінеді. Соңғы уақытта қозғалмалы ӨР автоматты басқарылатын арба-робокаралар кең таралған.

Құрылысы бойынша ӨР құрылғыға орнатылған, едендік және аспалы болып бөлінеді.

ӨР басқа белгілері бойынша, мысалы: бағдарламалау сипаты, жетек түрі бойынша жіктеуге болады.

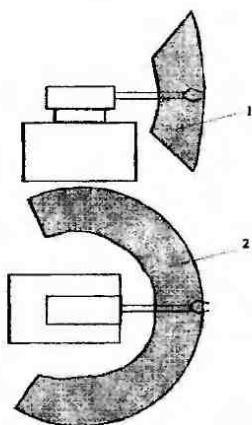
ӨР құрылыстық-технологиялық ерекшеліктерін талдау, координаттық жүйе түрі және қызмет көрсету аумағы бойынша екі топқа бөлінді. Қармаудың шеткі күйі арқылы өтетін көптеген сызықтар қармау бола алатын шекараны анықтайтын бетті

құрастырады – ол роботтың қызмет көрсету аумағы деп аталады. Көптеген ӨР адам қолына ұқсас кинематикалық тізбегі болады. Бұндай кинематикалық тізбек (КТ) тұйықталмаған деп аталады. Робот манипуляторының барлық кинематикалық тізбегін жұмыс органының тасымалдау әрекетін орындайтын КТ және қармауды бағыттаушы КТ деп бөлуге болады. ӨР кинематикалық тізбегін талдаудан белгілі "Unimate" өнеркәсіптік роботтың жетілген кинематикалық тізбектері бар. Бұл робот 1963 ж. "Unimation Inc" фирмасымен (АҚШ) жасалған. 6.4-суретте "Unimate" роботының алты қозғалмалы буыны 1-6 бар құрылымдық схемасы, 6.5-суретте роботтың жұмыс аумағы, роботтың күрделі жазықты қызмет көрсету аумағы 1 түрі – тік жазықтықты және 2 түрі – көлденең жазықтығы келтірілген.



6.4-сурет. «Unimate» ӨР кинематикалық схемасы

5 қармау $\pm 110^\circ$ бұрышқа қатысты көлденең осі және $\pm 90^\circ$ бұрышқа қатысты өз осінен айналу мүмкіндігі бар.



6.5-сурет. ӨР жұмыс аймағы

Робот қимылы (қармаудан басқа) беріліс жылжуының гидравликалық жетектерімен жасалады. Басқару жүйесі — позиционды. Жүйе технологиялық жабдықтармен робот жұмысын синхрондау үшін сыртқы құрылғыларды қосуға мүмкіндік береді. Роботты бағдарламалау жөндеу үрдісі кезінде оқыту әдісімен жасалады. Осы кезде қармау қозғалысы берілген нүктелерде ғана тоқтап, басқару пульті арқылы робот қолын қажетті траектория бойымен тізбектей өткізеді. Әр берілген позицияда тоқтаған кезде басқару пультіңде жазу батырмасы басылады. Осы кезде қол қосылысы және қалып координаттары робот жадысында белгіленеді. Робот жадысына тағы қармауды ашу және жабу, технологиялық жабдықтарды басқару немесе сыртқы құрылғыларды қабылдау, позициялаудың нақты деңгейі, берілген позицияда роботтың уақыттық кідірісті қосу сигналының командалары енгізіледі. Жады блогына енгізілген әр позиция жайлы ақпаратты бағдарлама қадамы анықтайды.

Бағдарламаны қайта өндіру режимінде робот қармауы әр берілген позицияда тоқталып, траекторияның барлық берілген нүктелерін тізбектей өтеді. Осы кезде бағдарламаның келесі қадамына өту келесі шарттарды орындағаннан кейін жүзеге асады: бастапқы және жұмыс істелген жетек қалпы сигналдарының келсіпеушілігі нольге тең; технологиялық

жабдықтармен жасалған басқару командалары туралы сыртқы сигналдар алынған; берілген позицияда роботтың уақыт кідірісі аяқталды.

Роботтың жазу кезінде жылдамдығы номиналды немесе аз болуы мүмкін. Соңғы жағдайда бағдарламаны қосқан кезде операцияны орындау уақытының төмендеуіне жетіп, жылдамдығын өзгертуге болады. "Unimate" өнеркәсіптік робот температурасы 50 °C аса бөлмелерде жұмыс істей алады. Оның қармауы қысым астында соғу, штамптау және құю операциялары кезінде қыздырылған дайындаманы алып жүре алады. Осы кезде қармаудың қызу температурасы 120°C аспауы қажет. "Unimate" өнеркәсіптік роботы құю, престік-соғу, дәнекерлеу, механо-жинақтаушы технологиялық операциялар үшін, термиялық өңдеу кезінде және өндірістің басқа түрлерінде қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Арналуы бойынша роботтар қалай жіктелінеді?
2. Ғарышта қолданылатын роботтарға мысал келтіріңіз?
3. Өнеркәсіптік роботты қалай түсінесіз?
4. Технологиялық үрдісте роботтар қандай функцияларды орындайды?
5. Өнеркәсіптік роботтарды қолданудың өндіріс- үшін айырмашылығы неде?

ГЛОССАРИЙ

1. **Автооператор** – бір еркіндік дәрежелі манипулятор.
2. **Антропоморфты манипулятор** – құрамында бір кинематикалық жұп құрайтын буын болатын манипулятор.
3. **Вянчестер** – қатты дискідегі мәлімет жинақтауыштар.
4. **Гексапод** – параллельді кинематикалық машина.
5. **Интерфейс** – берілген жүйенің сыртқы ортамен және жүйенің өз ішіндегі өзара әсерлесулері үшін қолданылатын әдістер мен құралдар.
6. **Коммуникация** – ақпараттың кеңістікпен таралуы.
7. **Манипулятор** – кеңістікте объектілерді қозғалту кезіндегі адам қолының функцияларына ұқсас, жұмысшы органымен жабдықталған, қозғалту функцияларын орындайтын жабдық.
8. **Манипулятор** – кинематикалық жұптармен қосылған буындардан тұратын ашық кинематикалық тізбек, өнеркәсіптік роботтың атқарушы механизмі болып табылады.
9. **Манипулятор** – қатаң және серпімді буындардан, берілістер мен жетектерден тұратын, бірнеше еркіндік дәрежелері бар күрделі, басқарылатын механизм.
10. **«МЕХАТРОНИКА» = «МЕХАника» + «элекТРОНИКА».**
11. **Мехатроника** – өзінің құрамына үш фундаментальды-қолданбалы облыстың машиналар механикасы, электроника және ақпараттық технологиялар базалық білімін біріктіретін қазіргі заманғы бағыт.
12. **Микропроцессор** – бір кристалда дайындалған (үлкен) интегралдық схемалар немесе бір интегралдық схемадан тұратын процессор.
13. **Модуль** – өзіндік бұйым ретінде конструктивті рәсімделген машинаның бірыңғайланған функционалдық бөлігі.
14. **Параллельді манипуляторлар** – тұйықталған кинематикалық тізбекті манипуляторлар.
15. **Плоттер** – арнайы салаларда қолданылатын, шығару құрылғысы.

16. **Потенциометр** – механикалық орын ауыстыруды айнымалы немесе тұрақты тоқ кедергісіне түрлендіретін бергіш.

17. **Принтер** – баспаға шығару құрылғысы. Мәтіндік және графикалық мәліметтерді компьютердің жадынан қағазға басып шығаруға арналған құрылғы.

18. **Процессор** – математикалық және логикалық операцияларды орындайтын негізгі микросхема.

19. **Робот** – адамның қозғалғыштық және интеллектуалдық функцияларын қайталайтын қайта бағдарламаланатын автомат.

20. **Робот** – күрделі операцияны орындайтын автомат.

21. **Робототехника** – өндірістік үрдістерді кешенді автоматтандырудың жаңа техникалық құралы – робототехникалық жүйелерді оқып-үйрену, құру және пайдаланумен байланысқан ғылым мен техниканың саласы.

22. **Робототехника** – зерттеу объектісі роботтар болып табылатын ғылыми бағыт.

23. **Синергия** (грек сөзі) – жалпы мақсатқа жетуге бағытталған біріккен әрекет.

24. **Сканер** (ағылшын тілінде «*scanner*») – мәтіндерді, суреттерді, слайдтарды, фотосуреттерді және т.б. графикалық түрде компьютерге енгізуге мүмкіндік беретін құрылғы.

25. **Тахометр** – қозғалыс жылдамдығын анықтауға арналған аспап.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Макаров И.М., Топчиев Ю.И. Робототехника: История и перспективы. – М.: Наука: Издательство МАИ, 2003. – 349 с.
2. Исии Т. и др. Мехатроника. – М.: Мир, 1988. – 318 с.
3. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники. – М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.
4. Подураев Ю.В. Основы мехатроники. – М.: МГТУ «Станкин», 2000. – 80 с.
5. Philips, C.L. (1998). Digital Control System Analysis and Design. Prentice – Hall International Editions.
6. Казмиренко В.Ф. Электрогидравлические мехатронные модули движения. Основы теории и системное программирование. – М.: Радио и связь, 2001. – 432 с.
7. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
8. Тимофеев А.В. Эволюция теории и средств управления в робототехнике и мехатронике // Мехатроника. 2000. № 2. с. 2–7.
9. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 400 с.
10. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
11. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника. – М.: Мир, 1989. – 624 с.
12. Каляев И.А., Гайдук А.Р. Принципы построения систем планирования поведения интеллектуальных роботов на базе однородных нейроподобных структур // Мехатроника. 2000. № 3 с. 21–25.
13. Шоланов К.С. Мурзасашмова К.Д. Комбинированная модель мехатронного модуля // Мехатроника. Автоматизация и управление. 2003. № 11.
14. Олсон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский диалект, 2001. – 557 с.

15. Угрюмов Е. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 528 с.
16. Шнайдер А. Язык Ассемблера для персонального компьютера фирмы IBM. – М.: Мир, 1988. – 406 с.
17. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 376 с.
18. Герман – Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
19. Сабинин Ю.А. Позиционные и следящие электро-механические системы. – СПб.: Энергоатомиздат, 2001. – 208 с.
20. Гэжиров Р.И., Серебренникий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. – Л.: Машиностроение. Ленинг. отд-ние, 1990. – 588 с.
21. Агеев М.Д. и др. Актуальные вопросы использования автономных необитаемых подводных аппаратов. Часть.1 // Мехатроника, Автоматизация и управление. № 2, 2003.
22. Агеев М.Д. и др. Актуальные вопросы использования автономных необитаемых подводных аппаратов. Часть.2 // Мехатроника, Автоматизация и управление. № 6, 2003.
23. Ракитин И.Я. Подводные робототехнические системы. – М. 2002. – 191с.
24. Мачульский И.И. и др. Робототехнические системы и комплексы. – М.: Транспорт. 1999. – 466 с.
25. Tsai, L. Robot analysis – The mechanics of serial and parallel manipulators, Jon Wiley & Sons, New York, 1999.
26. Ковальчук М.Г. и др. Основы автоматизации машиностроительного производства. – М.: Высш. шк., 1999. – 312 с.
27. Шоланов К.С. Многоподвижные механизмы с замкнутыми кинематическими цепями. – Алматы: Ғылым, 1999. – 149 с.
28. Шоланов Қ.С., Жұмашева Ж.Т. Механизмдер мен манипуляторлар механикасы. 1-бөлім. Құрылысы және кинематика: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2005. – 136 б.
29. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік. – Алматы: Рауан. т. 2–11. 1999.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	3
1 – БӨЛІМ	
РОБОТОТЕХНИКА ЖӘНЕ МЕХАТРОНИКАНЫҢ ДАМУ ТАРИХЫ.....	6
1.1. Робототехниканың пайда болу және даму шарттары..	6
1.2. Мехатрониканың пайда болуы және дамуына себеп болған негізгі факторлар.....	11
1.3. Мехатроника, робототехника және басқа да ғылыми салалар арасындағы өзара байланыстар.....	13
2 – БӨЛІМ	
МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ЖІКТЕЛУІ.....	16
2.1. Мехатроника пәні және анықтамасы	16
2.2. Мехатрондық жүйелердің құрылымы	18
2.3. Мехатрондық жүйелердің жіктелуі	23
3 – БӨЛІМ	
МЕХАТРОНДЫҚ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ.....	27
3.1. Басқару жүйесінің міндеті.....	27
3.2. Мехатрондық және робототехникалық жүйе басқару жүйесінің иерархиялық құрылымы.....	28
3.2.1. Интеллектуалды деңгейдің басқару жүйесі.....	30
3.2.2. Стратегиялық басқару деңгейінде қозғалысты жоспарлау.....	34
3.2.3. Тактикалық деңгейде жоспарлау.....	37
3.2.4. Басқарудың орындаушы деңгейі	40
3.2.4. Интеллектуалды басқару технологиясы.....	42
3.3.1. Сараптық жүйе технологиясы.....	42
3.3.2. Нақты емес жүйе технологиясы.....	44
3.3.3. Нейроторлы құрылым технологиясы	47
3.3.4. Ассоциативті жады технологиясы.....	52
3.4. Басқару жүйесін бағдарламалау.....	53
	117

4 – БӨЛІМ

МЕХАТРОНДЫҚ ЖӘНЕ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚҰРАСТЫРУШЫ МОДУЛЬДЕРІ.....	57
4.1. Адам-машиналық интерфейс.....	57
4.2. Басқару кешені.....	59
4.2.1. Басқару кешенінің құрылымы.....	60
4.2.2. Есте сақтау құрылғысы.....	62
4.2.3. Процессор құрылымы (архитектурасы).....	66
4.2.4. Перспективті басқарушы кешендер.....	69
4.3. Ақпаратты-өлшеуіш және коммуникациялық жүйелер.....	70
4.3.1. Ақпаратты-өлшеуіш жүйелер.....	70
4.3.2. Коммуникациялық жүйелер.....	72
4.4. Орындаушы құрылғылар. Мехатрондық қозғалыс модульдері.....	74
4.4.1. Пневматикалық МҚМ.....	75
4.4.2. Электрогидравликалық МҚМ.....	77
4.4.3. Электрмеханикалық МҚМ.....	80
5 – БӨЛІМ	
МЕХАТРОНДЫҚ ТЕХНИКА.....	87
5.1. Мехатрондық техника мысалы – СББ станоктары.....	87
5.2. Қатты дискідегі мәлімет жинақтауыштар.....	91
5.3. Офистік мехатрондық техника.....	96
6 – БӨЛІМ	
РОБОТТАР.....	100
6.1. Роботтардың қолданылу аймағы және тағайындалуы	100
6.2. Ғарыштық роботтар.....	103
6.3. Өнеркәсіптік роботтар.....	105
6.3.1. Қолданылу аймағы және тағайындалуы.....	105
6.3.2. Қолдануды негіздеу және артықшылығы.....	107
6.3.3. Өнеркәсіптік роботтардың жіктелуі және мысалдары.....	109
ГЛОССАРИЙ.....	113
Әдебиеттер.....	115

Оқулық басылым

Шоланов Қорғанбай Сағынайұлы
Жұмашева Жадыра Тоқанқызы

МЕХАТРОНИКА ЖӘНЕ
РОБОТОТЕХНИКА НЕГІЗДЕРІ

Оқу құралы

РБ бастығы	<i>З.А. Ғұбайдулина</i>
Редакторы	<i>Т.С. Жақсыбаева</i>
Компьютерде беттеген	<i>Л.Т. Қасжанова</i>

Басуға қол қойылды 19.10. 2010 ж.
Таралымы 500 дана. Пішімі 60X84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.
Есепті-баспа табақ 7,4. Шартты баспа табақ 6,9.
Тапсырыс № 947. Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық
университетінің басылымы.
ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы.
Алматы, Ладыгин көшесі, 32

ISBN 978-601-228-180-4



9 786012 281804