ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
„электроника және робототехника" кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»

Кафедра меңгерушісі _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Қашықтықтан басқарылатын мобильді манипуляторды әзірлеу

Мамандығы 5В071600 „Аспап жасау"
Орындаған Нурмахамбетова Аяулым (Т.А.Ж.) Тобы ПК-15-2
Ғылыми жетекшісі PhD, доцент Балбаев Г.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
аға-оқытушы Тулепенова С.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «3» 06 2019 ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
аға-оқытушы Байзакова С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «5» 06 2019 ж.
(қолы)

есептеу техникасын қолдану бойынша:
PhD, доцент Балбаев Г.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «13» 06 2019 ж.
(қолы)

_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: т.ғ.к. доцент Ситамбаев Т.О
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «13» 06 2019 ж.
(қолы)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш техникасы және телекоммуникация институты

Электроника және робот техникасы кафедрасы

Мамандығы 5В071600 – „Аспап жасау"

Дипломдық жобаны орындауға берілген
ТАПСЫРМА

Студент Курмажамбетова Айгерим
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы „Қашықтықтан басқарылатын мобильді манипуляторды әзірлеу"

2019 ж. «26» 10 № 124 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «13» 06 2019 ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

Arduino Nano микроконтроллері
SG90 сервожетегі
HC-10 Bluetooth модулі
3D принтер
DC/DC түрлендіргіш
Li-ion батареясы

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

1. Негізгі ұғымдар мен анықтамалар
2. Манипуляторға қойылатын негізгі талаптар
3. Құрастыруға қажетті сұлбалар мен есептеулер
4. Құрастыру барысы
5. Материалдар мен олардың сипаттамасы

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. Титулдық бет
2. Манипуляторлардың жұмыс жасау режімдері
3. Техникалық бөлім
4. Жұмыс барысындағы сызбалар
5. Экономикалық бөлім
6. Қ.Қ.Қ. бөлімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления роботами. М.: МГТУ им. Баумана - 2004. - 480с.
2. Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционные роботы: динамика, управление, оптимизация, М.: Наука, 1989 - 368с.

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тулегенова С.К.	3.06.2019	
Қ.Қ.Қ.	Байзакова С.М.	5.06.2019	
Қорғауға жіб-і	Бомбаев Д.Қ.		

Диплом жобасы дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Кіріспе бөлім	01. 06. 19	
Теориялық бөлім	11. 06. 19.	
Практикалық бөлім	11. 06. 19.	
Экономикалық бөлім	05. 06. 19	
Қ. Қ. ҚҚ бөлімі	03. 06. 19.	

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 201___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (_____)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____ (_____)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (_____)
(қолы) (Т.А.Ж.)

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тақырыбы – «Қашықтықтан басқарылатын мобильді манипуляторды әзірлеу».

Жұмыстың негізгі мақсаты манипуляциялық роботтың басқару жүйесін дайындау және конструкциясын құрастыру.

Манипулятор конструкциясы сервоқозғалтқыш көмегімен жасалған. Жұмыс барысында AutoCAD, 3D max, Cura 4.0, Compas бағдарламалары қолданылды. Қол пішініндегі манипулятордың макеті пластмассадан жасалды. Сынақ бақылаулары өткізілді. Басқару алгоритмдері құрастырылды.

Манипуляторлық робот затты тасымалдау мақсатында жұмыс алаңында қолданыла алады.

АННОТАЦИЯ

Тема данной дипломной работы – «Разработка мобильного манипулятора с телеуправлением».

Целью работы является разработка конструкции и системы управления манипуляционного робота.

Разработана конструкция манипулятора с использованием серводвигателей. В ходе работы были использованы программы AutoCAD, 3D max, Cura 4.0, Compas. Произведена сборка макета руки-робота из пластмассы. Выполнены тестовые испытания. Разработаны алгоритмы управления.

Рука-манипулятор может использоваться для перемещения предметов в рабочей зоне манипулятора.

ANNOTATION

The theme of this diploma project is «Design of a teleoperated mobile manipulator».

The purpose of the final work is to develop the design and control system of the manipulation robot.

The design of an industrial manipulator using servo drive has been developed. The programs AutoCAD, 3D max, Cura 4.0, compass were used during the work. The assembly of the model robot arm made of plastic. Tests were performed. Various control algorithms have been developed.

The manipulator arm can be used to move objects in the working area of the manipulator.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Техникалық бөлім 11
1. 1 Негізгі ұғымдар мен анықтамалар 11
1.1.1 Телебасқару жүйесінің маңызы 11
1.1.2 Роботтар, олардың жіктелуі мен қолданыс салалары 13
1.1.3 Манипуляциялық робот және оның түрлері 18
1.2 МР қойылатын негізгі талаптар 24
1.2.1 МР басқарудың қолданыстағы жүйелерін талдау 24
1.2.2 Өндірістік манипуляторлардағы координаталар жүйесі 25
1.2.3 Манипуляторлардың жұмыс жасау режімдері 28
2 Практикалық бөлім 30
2.1 Манипуляторды құрастыруға қажетті сұлбалар 30
2.2 Кинематика есептерін шешу 32
2.3 Жұмысқа қажетті материалдар мен олардың сипаттамасы 36
2.3.1 SG90 сервожетегі 37
2.3.2 Arduino микроконтроллері 40
2.3.3 JDY-10 Bluetooth модулі 43
2.3.4 3D принтер туралы түсінік 46
2.3.5 DC-DC түрлендіргіш 48
2.3.6 Li-ion батареясы 49
2.4 МР құрастыру барысы 51
3 Техникалық-экономикалық бөлім 55
3.1 Техникалық-экономикалық негіздеме 55
3.2 Манипуляторды құрастыру барысындағы шығындарды талдау 57
3.3 Қызметкерлердің төлемақысын есептеу 58
3.4 Әлеуметтік аударым есебі 59
3.5 Материалдарға кеткен шығын көлемін есептеу 61
3.6 Технологиялық мақсатта электр энергиясына кеткен шығын 62
3.7 Үстеме шығындар 62
3.8 Амортизациялық аударымдар 62

3.9 Интеллектуалды еңбектің бағасы 63
4 Өміртіршлік қауіпсіздігінің негіздері 65
4.1 МР қолдану шарттары бойынша жалпы сипаттама 65
4.2 МР қозғалмалы бөлшектеріне қойылатын талаптар 66
4.3 Жұмыс орнын жарықтандыру 66
4.4 Зиянды және қауіпті өндірістік факторлар 67
4.5 Жұмыс орнын жарықтандыруға арналған шамдар 68
4.6 Жасанды жарық көзін есептеу 71
Қорытынды 78
Әдебиеттер тізімі 79
Қысқартылған сөздер тізімі 81
А қосымшасы 82

Кіріспе

Қазіргі әлемде өндірісті дамытудың негізгі бағыты өндірісті автоматтандыру болып табылады. Бұл өнімнің сапасын жақсарту, сондай-ақ өндірістің түрлі салаларында жұмыс істейтін қызметкерлердің үлесін азайту арқылы оның тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Өнеркәсіптік автоматтандырудың негізгі элементтерінің бірі, бұл – механикалық манипуляторлар мен олардың басқару жүйелерінен тұратын роботтық жүйелерді пайдалану болып табылады. Өнеркәсіптік робототехникалық манипуляторларды пайдаланудың бірқатар артықшылықтары бар: адам факторының өндіріске әсерін жойып, технологиялық операциялардың дұрыстығын жақсартады, зиянды факторлардың белгілі бір деңгейге әсерін азайтады, өнеркәсіптік үй-жайлардың алаңын қысқартады және жылына 365 күн ішінде үзіліссіз өндірісті қамтамасыз етеді. Роботты басқарудың манипуляциялық жүйелерін зерттеу мен жетілдірудің қажеттілігі, ең алдымен, оларды кеңінен қолдануға байланысты. Мұндай құрылғылар құрылыс индустриясында (крандарда), металлургияда (бұрғылау қондырғыларында, илектеу станоктарында), тау-кен өндіру өнеркәсібінде (бұрғылау машиналарында), химия өнеркәсібінде (улы және радиоактивті материалдармен жұмыс жасайтын манипуляторлар), кеме жасау және авиациялық және басқа да салаларда қолданылады. Түрлі техникалық дизайнға қарамастан, кез-келген манипуляциялық робот бірнеше қозғалыс дәрежесінен (буындар) және сол буындардың қозғалысына жауап беретін атқарушы механизмнен (қозғалтқыштар) тұрады. Роботтың мақсатына қарай манипулятор механизмдерінің қозғалысқа келтіру үшін әртүрлі қуаттылықтардағы моторлар немесе сервоприводтар қолданылады. Роботтың байланыстыру жылдамдығы маңызды параметр болмаса, қадамдық қозғалтқыштар қолайлы екенін ескеру қажет. Мысалы, бұл диск жетегі жүк манипуляторларын салу кезінде пайдаланылуы мүмкін. Егер роботтың жоғары жылдамдығын қамтамасыз ету қажет болса (мысалы, бөліктер жинағын шығаратын манипулятор), онда сервоприводтарды пайдалану ұсынылады. Роботты қолды құрастыру екі кезеңнен тұрады:

- роботтың механикалық бөлігін дамыту (құрамдас бөліктерді дайындау үшін материалды таңдау, сондай-ақ атқарушы құрылғылардың түрлерін қарастырып, таңдау);
- манипулятордың басқару жүйесін дамыту (контроллерді таңдау, программалау құралын таңдау, бақылау алгоритмдерін жасау).

Робот манипуляторларымен жұмыс жасау саласындағы құзыретті техникалық мамандарды оқыту үшін теориялық білімдермен қатар, осындай құрылғыларды пайдалануда практикалық дағдыларды дамыту өте маңызды. Көбінесе бұл мәселені өндірістік құрал-жабдықтарға қол жеткізу арқылы шешу мүмкін емес, себебі олардың әрекеттері жабдық пен адамға зиян келтіруі мүмкін. Сол себепті жабдықпен жұмыс істеудің негізгі дағдыларын, сондай-ақ қалыпты және төтенше жағдайлардағы әрекеттерді білу қажет.

Тақырып өзектілігіне тоқтала кетсек, робот техникасы инженерлік тәжірибенің өте кең саласы, әсіресе соңғы кезде бұл сала қызу даму үстінде. Мәселен, «робот» түсінігінің өзі бұрынғыға қарағанда терең мағынаға ие болды. Қазіргі таңда роботтар адамның немесе жануардың іс-әрекеттері мен қызметтерін толық атқарады, яғни ол – антропоморфтық әрекеттер мен қимылдарды жасайтын, адам қажеттілігіне еңбек етуге бағытталған, адам жүрісі мен қимылын қайталайтын, автоматтандырылған күрделі құрылғы немесе машина деп те атауға болады. Алғашқы роботтар ойын-сауық мақсаттарында пайдаланылған болса, қазіргі кезде ғылым мен техниканың дамуына байланысты олардың функциялары көбейе түсті, мәселен, тұрмыста көптеген қыземеттерді атқаратын, мүгедектер мен сәбилерге көмекші функциясын атқара алатын интеллектуалдық роботтар пайда болды. Робот техниканың дамуы барысында адамдарды бірқатар күрделі жұмыстардан: тым жоғары немесе төмен температура, жоғары радиациялы жағдайларда, су асты немесе ғарыш секілді адамның қатынауы қиын жерлердегі жұмыстардан босататын автоматтық құрылғылар мен механизмдер түрінде жасалып, адам жұмысын жеңілдете түсті. Осындай өнеркәсіптік роботтар – адамның қозғалу және басқару секілді іс-әрекеттерін (өнідіріс заттарының орнын ауыстыру, жүктерді тасымалдау, т.б.) және технологиялық құралдардың қызметтерін орындайтын технологиялық машина.

Осы секілді көптеген роботтарды дайындап, оларды жетілдіру жұмыстарымен робот техникасы саласы айналысады. Робот техникасы (робот және техника; ағылш. robotics – роботика) – роботтардың құрылысы, жұмысы істеу принципі мен қолданыс аясымен айналысатын, оған қоса олардың басқару, сезіну мен мәлімет өңдеу функцияларын қарастыратын механикалық, электр және электронды инженерия мен компьютер ғылымдарының біріккен саласы. Бұл сала сонымен қатар техникалық жүйелер мен өндірістік үдерістерді зерттейді.

Автономды түрде жұмыс істейтін роботтар туралы мәлімет көне кезден бастап ойлана бастаған, алайда сол тақырыптағы зерттеулер ХХ ғасырға дейін басталмаған. Ерте кезден бастап, роботтар бір күні адамдардың жүріс-тұрысына еліктейді және адамдардың жұмыстарын істей алады деп болжалған. Қазіргі таңда робототехника тез дамып келе жатқан сала екендігін де айта кеткен жөн. Технология қалай тез дамыса, робототехника да солай тез дамиды, себебі робототехника технологиямен тығыз байланыста. Технология дамыған сайын зерттеулер дамиды, соның әсерінен роботтардың қолдану аймағы да кеңейе түседі. Қазіргі таңда роботтар үйде, кәсіпорындар мен әскери және тағы да басқа көптеген салаларда қолданылады. Көптеген роботтар миналар мен бомбаларды залалсыздандыру сынды адамдарға тікелей зардап алып келетін жағдайларда қолданылады.

ХХ ғасырдың алғашқы жартысында, дәлірек айта кетсек, бір мың тоғыз жүз қырық екінші жылы ғылыми мәнерде көптеген мақалалардың авторы жазушы Айзек Азимов робототехниканың үш заңын ойлап тапты. 1948 (бір мың тоғыз жүз қырық сегізінші) жылы американдық ғалым Норберт Винер

тәжірибелік робототехниканың негізін құрайтын кибернетика қағидаларын тұжырымдады. Толығымен автономды роботтар XX ғасырдың екінші жартысында ғана пайда болды, мысалы, ең бірінші сандық басқаруы бар бағдарламанатын робот Unimate. Ол робот негізгі міндеті ыстық темір бөлшектерді балқыту машинасынан көтеріп, жинау болды. Қазіргі таңда заманауи талаптарға сәйкес коммерциялық және индустриалдық роботтар кеңінен тараған. Ол роботтар адамдарға қарағанда жұмысты арзанырақ, жинақы және дәл орындайды. Сол салада қолданылатын роботтардың кейбір жұмыстары адам үшін лас және қауіпті болып табылады. Роботтар құрастыру, жинақтау, жеткізу, жер және ғарыш зерттеулері үшін, медициналық операциялар, зертханалық зерттеулер, қауіпсіздік шаралары үшін қолданылады.

Робот техникасы қандай да роботтарды зерттеп әзірлесе де, ол роботтар Айзек Азимовтың үш заңына бағынуы қажет. Ол заңдар бір мың тоғыз жүз қырық екінші жылы келесі оймен жазылған:

1) Бір де бір робот адамға залал келтіре алмайды, немесе әрекетсіздігі арқылы залал келуіне жол бермейді.

2) Бірінші заңға қарсы келмесе, робот адамның барлық бұйрықтарын орындауы қажет.

3) Бірінші және екінші заңдарға қайшы келмесе, робот өз қауіпсіздігін қамтамасыз етуі қажет.

Ендігі кезекте дипломдық жұмысқа тоқтала кетейік. Дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты манипуляциялы роботты құрастыру болып табылады. Оның пішіні адам қолының пішінін қайталап, барлық саусақтар қашықтықтан басқарылуы тиіс.

Телебасқарылымы бар манипуляциялы роботты дайындау үшін келесі тапсырмалар орындалады:

- МР кинематикалық сұлбасын сызу;
- кинематиканың тікелей және кері міндеттерін зерттеп, есептеулер жүргізу;
- қажетті материалдарды таңдау және олардың функциясын сипаттау;
- робот макетін дайындау;
- бағдарламалау.

1 Техникалық бөлім

1. 1 Негізгі ұғымдар мен анықтамалар

Дипломдық жұмыс барысында, яғни манипуляторлық роботты құрастыру кезінде көптеген терминдер мен кәсіби сөздерді қолданып, алуан түрлі аспаптар мен электротехникалық бөлшектермен жұмыс жасалады. Алдын ала олардың әрқайсысына тоқтала кетейік.

1.1.1 Телебасқару жүйесінің маңызы

Телебасқару дегеніміз – телемеханиканың әдістерімен және құралдарымен үздіксіз жиынтығы бар дискретті нысандар мен объектілердің жай-күйін бақылау. Телебасқару әр түрлі техникалық құрылғыларда қолданылады. Телебасқару технологиясы алғашқы болып қолданылған құралдардың бірі – телеграф. Қазіргі таңда телебасқарудың ең кең таралған құралы қашықтан басқару құралы, яғни пульт деп айтсақ болады. Сондай-ақ, қашықтан басқару құрылғысы тікелей құрылғымен өзара әрекеттесу мүмкін болмаған жағдайда қолданылады.

Нақтырақ айтқанда – телебасқару электр және радио байланыс арналары арқылы оператордан (немесе компьютерден) электр немесе радиосигналдардың басқару элементіне осы объектінің жұмыс режимін, оның жай-күйін немесе ғарышта орналасуын өзгерту туралы командаларды («қосу», «алға», «артқа», «ия», «жоқ», «ашу», «жабу» және т.б.) жіберу арқылы қашықтықтан басқару. Басқару объектісіндегі телеконтроль сигналдары осы өзгерістерді жүзеге асыратын басқару элементтеріне ауыстырылады. Әдетте, телеконсервация бақыланатын объектінің жай-күйі және операторлық командалардың орындалуы туралы, сонымен қатар телеметрия құралдары бақыланатын процесті сипаттайтын физикалық шамаларды өлшеу, табиғат құбылысы немесе тірі организмнің жай-күйі туралы ақпаратты тасымалдайтын қашықтағы сигнализация құралдарын пайдалану арқылы командалардың орындалуын қадағалаумен қатар жүреді. Басқарудың бұл түрі авиацияда, зымыран технологиясында және астронавтикада кеңінен қолданылады. Ол электр станцияларында, энергетикалық жүйелерде, мұнай және газ құбырларында, темір жол көлігінде, жасанды жер серіктері мен автоматты ғарыш станцияларын басқара алады. Телемеханика негізінен ғылым мен техниканың қашықтан басқару мақсатындағы ақпаратты (сигналдарды) таратып-қабылдаудың техникалық құралдары мен әдістерін жасаумен айналысады. Телемеханиканың ақпаратты қашықтыққа жеткізумен тікелей байланысты техниканың басқа салаларынан (телефон байланысы, теледидар, т.б.) мынандай ерекшеліктері бар: өлшенетін шамаларды жеткізіп берудің жоғарғы дәлдігінің қажеттілігі; сигналдардың кешігуіне жол берілмеуі; басқару командаларын берудің жоғарғы сенімділігі; ақпаратты жинау мен қайта өңдеу процестерін автоматтандыру дәрежесінің жоғары болуы. Телемеханизация қажетті аймақтарға таратылып, басқарылатын нысандарды (мысалы, газ және мұнай құбырларын, энергетика жүйесін,

метеостансаларды және т.б. басқару) біртұтас өндірістік кешенге біріктірудің қажеттігі, сондай-ақ адамның басқарылатын нысанда болуының қажетсіздігі (нысанда жұмыс істеудің денсаулыққа зиян келтіруі, мысалы, химиялық зауыттар мен атомдық электр стансаларында) немесе адамның онда болу мүмкіндігі жоқ жағдайда (нысанға қатынау мүмкіндігінің болмауы, мысалы, ғарыштық жағдайда ұшқышсыз ғарыш аппаратын басқару кезінде) қолданылады. Оператор телемеханика құралдары көмегімен басқару мен бақылауды басқару пункті арқылы жүзеге асырады. Басқару нысандары бір орында немесе үлкен аумақта бір-бірден немесе бірнешеуден (топтасып) орналасуы мүмкін. Бақылау пункті мен басқару пункті бірнеше метрден (мысалы, құрылыс кранын басқару кезінде) бірнеше мың километрге (мысалы, автоматтық планета аралық стансаны басқару кезінде) дейін жетуі мүмкін. Телемеханикалық ақпаратты жеткізу үшін байланыс желілері (сымдық және кабельдік), радиоарналар, оптикалық және акустикалық арналар, т.б. пайдаланылады. Телемеханикалық ақпарат телефон арналары арқылы да беріледі. Оператордың нысандарды басқару және олардың күйін қашықтықтан бақылау кезінде пайдаланатын құрылғылардың жиынтығы телемеханикалық жүйе деп аталады. Күрделі нысандарды басқару кезінде телемеханикалық сигналдардың үлкен ағындарын жедел өңдеу үшін «кеңесші» режимінде қызмет көрсететін ЭЕМ-ы қолданылады. Мұндай жүйелерді телеақпараттық жүйелер деп атаймыз. Қашықтыққа берілетін сигналдары автоматты түрде (оператордың қатысуынсыз) шығарылатын жүйелер телеавтоматтық басқару жүйелері деп аталады. Телемеханикалық бақылау кезінде ақпарат нысаннан операторға беріледі. Нысанның күйі туралы ақпарат қажетті параметрлерінің өзгерісін сезетін өлшеуіш түрлендіргіштерден келіп түседі. Мұнда ақпаратты беруді ыңғайлы ету үшін кодтау мен модуляциялау пайдаланылады. Қабылданған ақпарат демодуляцияланған соң немесе декодталғаннан кейін оператор қабылдауға ыңғайлы түрде экрандық пульттерде, мнемосұлбаларда, әр түрлі индикаторлық құрылғыларда бейнеленеді немесе ақпаратты жазу жүйелерінде автоматты түрде тіркеледі. Телемеханикалық жүйе аппаратурасы күрделі техникалық кешен. Телемеханиканың бастапқы даму кезеңінде телемеханикалық жүйе аппаратурасы алғашқы кезде релелік-түйіспелік құрылғылар негізінде орындалды. Электрондық аспаптардың даму барысында релелік-түйіспелік аппаратура XX ғасырдың 50-жылдары электрвакуумдік, магниттік және шалаөткізгіш аспаптар негізінде жасалған сенімді, түйіспесіз құрылғылармен ығыстырылды. XX ғасырдың 70-жылдары микроэлектронды элементтерге, сонымен қатар телемеханикалық жүйені агрегаттық құру әдісіне көшу жүзеге асырылды. XX ғасырдың соңғы жылдары компьютерлік техника мен телекоммуникацияның қарқынды дамуына байланысты телемеханикалық жүйелерді компьютерлік және телекоммуникациялық технологияларға көшіру басталды. Телемеханика жүйелері электрлік және қосалқы стансаларда, мұнай мен газ құбырларында, тасымалдау магистральінде, химия, металлургия, тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарында,

ирригация, сумен жабдықтау жүйелерінде, байланыс желілерінде және т.б. жерлерде кеңінен қолданылады. Айта кететін жағдай, телемеханикалық аппаратура көмегімен ғарыш кемелерінің ұшырылуы мен орбитаға шығуы бақыланады, борттық жүйелердің жұмысын сипаттайтын параметрлері өлшенеді, ғарышкерлердің денсаулықтарын үздіксіз бақылау жүргізіледі. Авиацияда және ғарышта қолданылатын телемеханикалық басқару жүйелері радиобасқару және радиометрия деп ат алады. Қазіргі кезде компьютерлік, инфотелекоммуникациялық технологиялардың қарқынды дамуы телемеханиканың өзгеруіне әсерін тигізді. Мысалы, соның бірі энергия (электр энегриясы, газ, мұнай, жылу энергиясы, т.б.) тасушыларды бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесі (ЭТБмЕАЖ) кеңінен қолданылуда. Алматы энергетика және байланыс университетінің қызметкерлері осындай жүйелерді кеден саласына, Шардара СЭС-на және тағыы бірнеше кәсіпорындарға енгізді, олар қазір қарқынды жұмыс істеуде.

1.1.2 Роботтар, олардың жіктелуі мен қолданыс салалары

Робот терминін қарастырмас бұрын алдымен мехатроника саласына тоқтала кеткен жөн. Мехатроника саласы жақында ғана өздігінен бөлектенген ғылым мен техниканың жас өрісі. «Мехатроника» терминін алғаш рет 1969 жылы Yaskawa Electric компаниясының аға-инженері Тецуро Мориа (Tetsuro Moria) енгізді. Бұл термин екі сөзден құралған – «меха» (механика) және «троника» (электроника).

Сөздің кең мағынасында ғылымның үш саласын біріктіру көзделеді:

1) электроника (микроэлектроника, күштік электроника, сигналды өлшегіш және түрлендіргіштер);

2) механика және электромеханика (механикалық элементтер, машиналар, сымдар, дәлдік механика және электрикалық элементтер);

3) ақпараттық технология (жүйелер теориясы, модельдеу, бағдарламамен жабдықтау және жасанды интеллект).

Манипуляциялық робот – әртүрлі жұмыстарды орындау үшін адам қолының кейбір функцияларын орындауға арналған көпсатылы және көпфункционалды манипулятор. Құрылымы бойынша манипулятор – әрбір бөлек элементтері арасында механикалық байланыс бар көпбуынды машина. Қолдану аясына байланысты манипулятордың механикалық бөлігін құруға арналған әр түрлі схемалар қолданылуы мүмкін, алайда негізгі құрылым – айналмалы/прогрессивті жұптармен өзара байланысқан буындар тізбегі. Қазіргі уақытта өндірілетін манипуляторлардың көпшілігі айналмалы координат жүйесі бар роботтар қатарына жатады.

Механикалық көзқарас бойынша манипулятор түрлі байланыстар арқылы біріккен, қатты және серпімді денелер жүйесі болып табылады.

Механизмдер теориясы көзқарасы бойынша кез келген қарастырылып отырған манипулятор – жұмыс істеу үшін қажетті еркіндік дәрежесі бар кеңістіктік механизм.

Манипулятордың механикалық жүйесіне енгізілген қатты денелер – буындар деп аталады. Бір-бірімен қатар орналастырылған қозғалыстағы буындар – кинематикалық жұп деп аталады. Кинематикалық жұп болып есептелетін буындардың бірігуі кинематикалық тізбек ретінде қарастырылады.

Бұндай манипуляциялық роботтарды өндіретін негізгі фирмалар KUKA, Fanuc, Yaskawa. Қазіргі таңда шығарылатын манипуляторлардың көпшілігі 6 немесе одан да көп еркіндік дәрежесіне ие болады, себебі мұндай ЕД жұмыс органының кеңістікте дәл және ыңғайлы орналасуына мүмкіндік береді.

Өнеркәсіптік роботтар (ӨР) – өндірістік үдерісте қозғалу және басқару функцияларын орындауға арналған манипуляциялық робот, яғни манипулятордан және қайта бағдарламаланған басқару құрылғысынан тұратын автоматты құрылғы, ол манипулятордың атқарушы органдарының талап ететін қозғалысын көрсететін басқару әсерін қалыптастырады. Олар конвейерлік өндіріс процесін айтарлықтай автоматтандыруға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде еңбек өнімділігін арттыруға, өндіріс шығындарын азайтуға, сондай-ақ адам факторының әсерін әлсіретуге мүмкіндік береді, соның есебінен бәсекеге қабілеттілік артады. Роботтардың қолданыс түріне қарай бірнеше түрлерін ажыратамыз (Кесте 1.1).

Кесте 1.1 – Роботтардың қолданыс түріне қарай жіктелуі

робот түрі	анықтамасы	жіктелуі	сипаттамасы
тұрмыстық	күнделікті өмірде қолданылатын роботтар	транспортты робот	жолаушылар мен жүктерді автоматты түрде тасымалдау үшін пайдаланылады
		ақылды үй	өміртіршілікпен қамтамасыз етудің барлық қауіпсіздік талаптары мен жүйелері автоматтандырылған интеллектуалды робот
		көмекші робот	алуан түрлі физикалық және интеллектуалдық көмек көрсете алады
		үй шаруасындағы робот	үй ішіндегі күнделікті жұмысты атқарады (аспаз, шаңсорғыш, ауа тазалағыш, ыдыс жуғыш роботтар)

әлеуметтік	әлеуметтік орындарда немесе үй ішінде адамдармен автономды немесе жартылай автономды режімде сөйлесе алатын робот	жанұя мүшелері	толықтай адам рөлін атқара алады, үй ішінде жүре алады, қоршаған ортамен әрекеттеседі
		жануарлар	үй жануарларын алмастырып, олардың дыбысын қайталай алады
		ойыншықтар	кішкентай балаларға түрлі білім мен дағдылар бере алады
медициналық	адамның басқаруы арқылы медициналық манипуляцияларды орындай алатын робот	хирург	түрлі аурулар мен жарақаттарды емдей алады, операция кезінде хирургтың, сонымен қатар ассистенттің рөлін атқарады
		фармацевттер	науқастарға түрлі емдік препараттарды дайындап тарата алады
		роботтандырылған протездер	адамның дене мүшесін толық алмастырып, барлық қажетті функцияларды орындай алады
		роботтандырылған трансплаттар	зақымдалған органдар мен теріні алмастыра алады
		күтушілер	науқас күтімі кезінде кіші медициналық персоналдың жұмысын алмастыра алады
		науқас симуляторы	мамандар тәжірибесі кезінде науқастарды алмастыра алады
		диагностикалық	анамнез деректер негізінде науқасқа диагноз қоя алады

зерттеуіш	түрлі зерттеулер жүргізе алатын жартылай немесе толықтай автоматтандырылған робот	ғарыштық	ауасыз, гравитациялық кеңістіктерде зерттеулер жүргізе алады
		жер үсті	жер үсті зерттеулерін жүргізе алады
		жер асты	топырақтарда, грунттарда, үңгірлерде немесе гроттарда зерттеудер жүргізе алады
		теңіздік	су үстінде немесе су астында зерттеулер жүргізе алады
әскери	әскери мақсаттағы көптеген мәселелерді шеше алатын, адам функцияларын толықтай немесе жартылай атқара алатын антропоморфты, көпфункционалды техникалық құрылғы	ұшқыш аппараттар	кез келген әуелік миссияларды, мысалы, барлау, бақылау, қарсыласқа соққы беру координациялары секілді функцияларды орындай алады
		құрлық аппараттары	ұшқышсыз әскери автокөліктер, барлау жүйесі, саперлер, толық әскери кешендер
		теңіз аппараттары	теңіз үстіндегі және астындағы кез келген әскери функцияларды орындай алады

Кестеден көргеніміздей, роботтардың түрлері сан алуан. Алайда бұл тек бір сипаттамаға байланысты ғана классификация. Роботтарды басқа сипаты бойынша да түрлі топтарға жіктеуге болады.

Мобильді роботтарды түрлерге бөлудің негізгі критерийлерінің бірі – қозғалыс тәсілі. Қозғалыс тәсіліне байланысты роботтар келесі түрлерге бөлінеді:

1) Дөңгелекті роботтар – пайдаланылатын дөңгелектердің санына байланысты ішкі класстарға бөлуге болатын ең көп таралған қозғалыс тәсілі. Дөңгелектердің шағын (1-ден 2-ге дейін) санын пайдаланудың артықшылығы

конструкцияның қарапайымдылығын қамтамасыз етеді. Екінші жағынан, дөңгелектер санының ұлғаюы беттермен байланыс алаңын кеңейтеді, бұл өткізгіштікті айтарлықтай жақсартуға көмектеседі.

2) Шынжыр табанды әдіс – көбінесе жауынгерлік роботтарда қолданылады, себебі шынжыр табандарды пайдалану қиылысқан жерде өту мүмкіндігін айтарлықтай арттырады.

3) Қадамдау тәсілі – қозғалу үшін аяқ аналогын пайдалану жобалау күрделілігін арттырады, сонымен қатар қазіргі заманғы технологиялар адам қадамына жақын тұрақтылыққа қол жеткізуге мүмкіндік бермейді.

4) Ауада қалқу – оған пилотсыз ұшу аппараты, зымырандар, сондай-ақ автопилотпен жабдықталған ұшақтар мен тікұшақтар жатады.

5) Жүзу әдісі – қозғалу үшін еспелі бұрандаларды немесе желдің күшін пайдаланатын, судың үстінен және астында қозғалуға қабілетті роботтарда қоданылатын әдіс. Бұл тәсілге пилотсыз жүзу аппараты, сондай-ақ автопилотпен жабдықталған кемелер жатады.

Өндірістік роботтар негізгі сипаттамасы мен функциясы бойынша да көптеген топқа бөлінеді (Кесте 1.2).

Кесте 1.2 – Роботтарды функциясы бойынша жіктеу

әмбебаптылығы бойынша	әмбебап	жұмыс органын қайта бағдарламалау және өзгерту мүмкіндігі бар; әр түрлі жабдықтармен жұмыс істейді;
	мамандандырылған	бір түрдегі операцияларды орындауға арналған; дәнекерлеу және сырлау кәсіпорындарында кеңінен қолданылады;
	арнайы	қатаң бағдарлама бойынша жұмыс істейді; қозғалғыштықтың аз дәрежесі бар; монотонды жұмысты орындайды.
конструкциясы бойынша	жетек түріне қарай	пневматикалық; электрикалық; гидравликалық;
	жүк көтергіштігіне қарай	аса жеңіл – 1кг дейін; жеңіл – 10кг дейін; орташа – 200кг дейін; ауыр – 1000кг дейін; аса ауыр – 1000кг астам;

	қозғалғыштығына қарай	стационар (тұрақты) немесе қозғалмалы
	координаттар жүйесіне қарай	декарттық; цилиндрлік; сфералық; ангулярлық;
жылдамдығы бойынша	жай	0,5м/с дейін;
	орташа	1м/с дейін;
	жылдам	1м/с көп;
басқару тәсілі бойынша	бағдарламалық басқару	
	адаптивті басқару	
	интеллектуалды басқару	

Дипломдық жұмыс барысында құрастырылатын робот келесі параметрлерге ие болады:

- әмбебап, жұмыс органын қайта бағдарламалау және өзгерту мүмкіндігі бар;
- жетек түрі – электрлік;
- жүк көтергіштігі аса жеңіл;
- конструкциясы декарттық координаттар жүйесі бойынша жасалған;
- қозғалмалы;
- басқару тәсілі – бағдарламалық басқару.

1.1.3 Манипуляциялық робот және оның түрлері

Қазіргі уақытта робототехникалық зерттеулермен әртүрлі мамандар айналысады. Бір адам роботтарды зерттеудің барлық саласын қамти алмайды, дәл осы себептен оны бөлістіріп зерттеу қарастырылады. Робототехниканы 4 негізгі аймаққа бөлуге болады: механикалық манипуляция, қозғалу, машиналық көру және жасанды интеллект.

Манипуляциялық робот екі органикалық байланысты бөліктерден тұрады, олар – басқару құрылғысы және манипулятор. Басқару құрылғысына сезімтал (сенсорлық) құрылғылар, ақпаратты өңдеу және сақтау құрылғылары (есептеу құрылғысы, ақпарат жинағыш құрылғы), жетектерді басқару құрылғысы кіреді. Механиканың және механизмдердің теориясы тұрғысынан қарастырсақ, манипулятор – қатты және серпімді буындарды, жетектерді қамтитын бірнеше еркіндік дәрежесі арқылы басқарылатын күрделі кеңістіктік механизм.. Зерттеу кезінде оның күрделілігіне байланысты басқару механизмдері, жетектері мен жүйесі бөліп қарастырылады.

Заманауи мехатронды кешендердің жоғары манипулятивтілігі, олардың сыртқы ортаға бейімделуі және салыстырмалы дербестігі автоматтандырылған өндіріс, ғарыштық және суасты зерттеулер, медицина, үй шаруашылығы және т.б. бірқатар салалар үшін өте қолайлы.

Манипуляциялық кешендер өнеркәсіпте және өндірісте кеңінен қолданылды. Олар адам ресурстарын пайдаланбай өндірісті іске асыруға

мүмкіндік береді. Олардың көмегімен орындалатын 4 негізгі міндетті атап өтуге болады:

1) орау, тасымалдау;
2) кесу және дәнекерлеу;
3) беттерді өңдеу;
4) құрастыру.

Көлік операциялары объектілерді берілген нүктелер арасында жылжытады. Позициялау дәлдігі осындай манипуляторлардың негізгі сапа көрсеткіші болып табылады. Мысалы, егер манипулятор бөлшектерді тасымалдау үшін пайдаланылса, онда МР-қа қойылатын негізгі талаптар позициялау дәлдігі және жылжыту шектеулерін сақтау болып табылады, себебі операция кеңістіктің шектеулі аймағында орындалуы мүмкін. Мысал ретінде станокта өңдеуге байланысты операцияны келтіруге болады. Манипулятор арнайы орналасқан платформадан бөлшекті алып, жұмыс аймағының шектеулерін ескере отырып, оны өңдеу аймағына апарып, содан кейін детальді өңдеуге арналған қозғалыстың берілген траекториясы бойынша жылжытуға және жұмыс аяқталғаннан кейін дайын детальдар аймағына жеткізуі тиіс.

Бұйымдарды кесу және дәнекерлеу манипуляциялық роботтан жайғастыру дәлдігін ғана емес, сонымен қатар қозғалудың берілген траекториясын ұстап тұруды талап етеді. Осылайша манипулятордың статикалық сипаттамаларына ғана емес, оның динамикасына да жоғары талаптар туындайды. Ірі нысандарды құрастыру/дәнекерлеу жоғары жүк көтергіштігі бар манипуляторлардан талап етіледі, өйткені бұл жағдайда жабдық өте үлкен массаға ие болады.

Беттерді өңдеуге арналған МР-ды екі классқа бөлуге болады:

1) беті бар күш операцияларын орындайтын манипуляторлар;
2) контактісіз өңдеуге арналған манипуляторлар.

Бірінші классқа манипулятор бөлшектерін механикалық өңдеу операцияларын жүргізу үшін пайдаланылатын міндеттер жатады. Бұл жағдайда манипулятор қажетті құралмен жабдықталуы тиіс, ал оның басқару жүйесі тиісті алгоритмдерді қолдауы қажет.

Екіншісі тазалау және бояу сияқты операцияларды қамтиды, яғни беттермен тікелей байланыс талап етілмейтін операциялар. Бұл жағдайда манипуляторға қойылатын негізгі талаптар – бұйым бетінен тұрақты қашықтықты сақтау. Мұндай МР, әдетте, өңделетін бетінің сапасына қойылатын талаптарды сақтауға қажетті қашықтықты датчиктермен жабдықталады.

Жүйенің роботтылығын арттыру процесі робот механизмінің манипулятивтілігі мен функционалдық икемділігін арттырады, бұл ең алдымен оның кинематикалық тізбегінің қосымша буындарының арқасында қамтамасыз етіледі. Көп буынды стационарлық және жылжымалы манипуляторлардың үлкен еркіндік дәрежелері бар, яғни кинематикалық артықшылыққа ие, бұл күрделі ортада міндеттерді орындау үшін қажетті

шарт. Алайда, көп буынды (артықшылығы бар) роботтардың кеңістіктік қозғалысының міндеттері объект моделінің және орындалатын тапсырманың күрделілігін арттырумен байланысты басқарудың белгілі бір қиындықтарын тудырады.

Мұндай МР-ты келесі белгілер бойынша жіктеуге болады:

1) Орындалатын технологиялық операциялардың сипаты бойынша:

- негізгі;
- қосымша;
- әмбебап.

2) Жүк көтергіштігі бойынша:

- аса жеңіл (10 Н дейін);
- өкпе (100н дейін);
- орташа (2000Н-ге дейін);
- ауыр (10000Н дейін);
- аса ауыр (10000Н жоғары).

3) Күш жетегінің түрі бойынша:

- электромеханикалық;
- пневматикалық;
- гидравликалық;
- аралас.

4) Негіздің қозғалуы бойынша:

- мобильді;
- стационарлық.

5) Манипулятордың қозғалу саны бойынша.

Бірқатар салаларда түрлі функцияларды орындауға қабілетті көптеген роботтар мен арнайы манипуляторлар қолданылады. Олардың кейбірін қарастырайық (Сурет 1.1, 1.2, 1.3, 1.4).

Неміс Kuka манипуляторлары – желімдеу, герметизациялау, көбіктендіру функцияларын орындайтын және басқа да міндеттер кезінде өздерінің бірегей қабілеттерін көрсететін роботтар. Олар кез келген өлшемде бола алады және жүк көтергіштігі алты осьті болады. Жүк көтергіштігі төмен класты Kuka роботтары компоненттерді тестілеу, ұсақ бөлшектерді монтаждау немесе тегістеу, жылтырату және құрастыру, сонымен қатар машиналарды тиеу және түсіру сияқты жеңіл операцияларды орындайды.

Сурет 1.1 – Kuka роботы

Universal Robots атты дат компаниясының UR3 манипуляторы зерттеу, фармацевтикалық, ауыл шаруашылығы, электрондық және технологиялық жабдықпен жабдықталған. Ол ұсақ бөлшектерді монтаждау, желімдеу, бұрау, аспаптармен жұмыс істеу, дәнекерлеу және бояу сияқты міндеттерді орындайды. Оның әрекет ету радиусы 500 мм құрайды, бұл манипуляторды тығыз жерлерде орнатуға мүмкіндік береді.

Сурет 1.2 – UR3 манипуляторы

Жапондық Yaskawa компаниясы Arcsystem дәнекерлеу кешендерін әзірледі. Бұл кешендер дәнекерлеу операцияларын орындайтын бір немесе екі роботпен шектеледі. Кешен өндіріс қажеттілігі үшін жеке іріктеледі, мұнда әуе немесе су салқындатқышы бар, әр түрлі дәнекерлеу жабдықтары мен роботтарды жылжытуға арналған трактермен жабдықталған алты жүзден астам ықтимал комбинациялар бар.

Сурет 1.3 – Yaskawa Motoman роботы

Fanuc жапон компаниясының LR Mate 200iD әмбебап роботы іс жүзінде шусыз және тез жұмыс істей отырып, станоктарды құрастыру және қызмет көрсету, түрлі заттарды сұрыптау кезінде көмекші ретінде пайдаланылуы мүмкін. Бұл құрылғыны түрлі өнеркәсіп салаларында – азық-түлік, зергерлік жұмыстарда, тіпті түсті металлургияда қолдануға болады. Шағын өлшеміне (салмағы - 25 кг, ұзындығы - 71.7 см) қарамастан, робот салмағы 7 килограмға дейінгі бөлшектерді жылжытып өңдей алады, ал жұмыс кеңістігін реттеу мүмкіндігі мен бұрылу функциясының арқасында оған ең күрделі әрекеттер де қол жетімді.

Сурет 1.4 – LR Mate 200iD әмбебап роботы

Мобильді робототехникалық мехатронды кешендерді манипуляциялық жүйелерге де, макромехатрондарға да жатқызуға болады. Мұндай кешендердің қолданылу аясы кең және жыл сайын артып келеді. Олар әскери технологияларда кеңінен қолданылады, онда жауынгерлік жағдайларда және адам мүмкіндіктерімен үйлеспейтін жағдайларда жұмыс кезінде ішінара адамды алмастыратын автоматты құрылғылар пайдаланылады. Мысал ретінде бөлшектеу, жауынгерлік әрекеттер және барлау сияқты жағдайларды келтіруге болады.

Жаңа және перспективалық жұмыстар сыртқы объектілермен дамыған өзара іс-қимылмен, күрделі, белгісіз жылжымалы сыртқы ортаға бейімделудің кеңейтілген мүмкіндіктерімен, жоғары функционалдық икемділігімен сипатталады. Бұл қасиеттер кедергілерді айналып өту, жұмыс кеңістігінің жету қиын салаларына ену және сыртқы объектілерге келу сияқты міндеттерді орындау үшін қажет.

Робот жасау саласындағы заманауи жетістіктерді талдау келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді: қазіргі заманғы мехатронды кешендерде негізгі қиындықтар бірінші кезекте басқару жүйелерімен, яғни «интеллектпен», содан кейін қозғалуға жауап беретін механизмдермен немесе құрылым бөлшектерімен пайда болады.

1.2 МР қойылатын негізгі талаптар

МР-ты құрастыру барысында оның алуан түрлі функцияларын қарастырамыз, яғни заманауи өндірісі орындарына сәйкес болуын, жұмыс жасау қабілеттілігінің жоғары болуын, конструкциясының қарапайым әрі түсінікті болуын қамтамасыз түрлі сипаттамаларға шолу жасап өтейік.

1.2.1 МР басқарудың қолданыстағы жүйелерін талдау

Қазіргі уақытта манипуляциялық роботтарды басқарудың ең көп таралған жүйелері ABB, KUKA, Yaskawa Motoman, Fanuc фирмаларымен өндіріледі. Өз әзірлемелерінде көрсетілген міндеттерді шешу үшін олар жабық проприетарлық шешімдерді пайдаланады. Яғни, пайдаланушы манипуляциялық робот пен бір өндірушінің МР БЖ кіретін жүйені алады. Мұндай тәсіл өндірушіге түпкілікті шешімнің жұмысқа қабілеттілігіне кепілдік береді, бірақ пайдаланушы тарапынан мүмкіндіктерді шектейді.

Әрбір өндіруші аталған компоненттерді іске асыруға өз тәсілдерін пайдаланатынын атап өткен жөн. МР БЖ ABB және KUKA мысалында манипуляциялық роботтарды басқару жүйесін құру ерекшеліктерін қарастырайық.

ABB фирмасының заманауи МР БЖ-і модульді басқару принципін қолданады, яғни бұл жерде Ethernet интерфейсі арқылы бір орталық контроллерге әрбір манипуляторды басқаруға арналған бірнеше контроллерлер қосылуы мүмкін. Мұндай шешім манипуляторлар тобын орталықтандырылған басқару арқылы ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Тасымалданатын пульт те дәл осындай мақсатпен қолданылуы мүмкін.

ABB роботтары қуаты 1-4.5 кВт диапазонында 2-150 кг жүк көтергіштігі үшін өзгеретін айнымалы ток сервоқозғалтқыштарын пайдаланады. Бұл ретте 0,06-0,1 мм позициялау дәлдігі қамтамасыз етіледі.

Роботтарды бағдарламалау RAPID тілінің көмегімен жүзеге асырылады. Оның көмегімен бірнеше параллель орындалатын тапсырмаларды синхрондау мүмкіндігі мен басқару алгоритмдерін жасау, сондай-ақ стандартты циклдарды пайдалану мүмкіндігі пайда болады.

KUKA роботтары VXWORKS нақты уақыт кеңейтімдерімен Windows XP ОЖ қолданатын өнеркәсіптік компьютер негізінде орындалады. Манипуляторды басқару үшін енгізу/шығару, осьті басқаруды қамтитын мамандандырылған кеңейту платалары қолданылады.

МР-ты басқару жылжымалы терминалдың көмегімен жүзеге асырылады. Деректер алмасу үшін ModBus немесе Ethernet хаттамалары қолданылады.

Манипуляторлар айнымалы токтың сервоқозғалтқыштарымен жасақталады. Техникалық сипаттама жүк көтергіштігіне байланысты өзгереді. Манипуляторлар қамтамасыз етілетін позициялау қателігі 0,05-0,15 мм шегінде өзгереді.

Технологиялық есептерді шешу үшін пайдаланушы қажетті алгоритмді құрылымдық түрде сипаттауға мүмкіндік беретін KRL тілін қолдану арқылы бағдарламаларды әзірлей алады. Траекторияны қалыптастыру

операцияларына қолжетімділік бар (позициялық, сызықтық, айналмалы орын ауыстыруларды қамтитын жұмыс органының талап етілетін бағдары арқылы). KUKA фирмасының роботтары жүйелік айнымалылардың жиынтығы арқылы манипулятордың кинематикалық және динамикалық параметрлерін анықтау механизмін қолдайды.

Отандық кәсіпорындардың көпшілігі шетелдік өндірістің манипуляциялық роботтарын басқару жүйесін пайдаланатындығын айта кету керек, ал өз әзірлемелері қазіргі заманғы технологиялық талаптарға сәйкес келмейді. Осылайша, отандық манипуляциялық роботтарды пайдалану мүмкіндігін кеңейтуге бағытталған қазіргі заманғы отандық өнеркәсіптік МР БЖ әзірлеу қажеттілігіне байланысты проблема туындайды.

БЖ орындайтын есептеулер өте күрделі болып табылады, өйткені жоғары ретті матрицалық операцияларды жүргізуді, кинематика мен динамика есептерін шешуді талап етеді. Қазіргі заманғы манипуляторлар кемінде алты басқарылатын оське ие, сондықтан МР БЖ басқару сапасын қамтамасыз ету үшін әр түрлі сыртқы және ішкі факторларды (манипулятордың кеңістіктік конфигурациясының өзгеруі, аспалы жабдықтың немесе бөлшектердің массасы мен конфигурациясының өзгеруі) ескеру керек.

МР БЖ басқарушы бағдарламасын орындау үшін басқарушы бағдарламаны құру, орындау және сақтау бойынша функционалдық мүмкіндіктер беру қажет. Ол үшін АЖ-ға ақпарат енгізу, пайдаланушымен алмасу үшін қаражат қажет. Пайдаланушы интерфейс операторға МР БЖ жұмысын бақылауға, оны жұмыс жағдайында ұстау үшін қажетті операцияларды орындауға мүмкіндік беруі тиіс (бағдарламаны тоқтату/іске қосу, робототехникалық кешеннің (РТК) режимдері мен параметрлерін бақылау). РТК жұмысы 3 негізгі режимде жүзеге асырылуы мүмкін:

1) қолмен басқару – қолданушы манипуляторды өзі басқарады;
2) автоматты түрде – бағдарлама орындалады;
3) оқыту – басқарушы бағдарламаны жазу жүргізіледі.

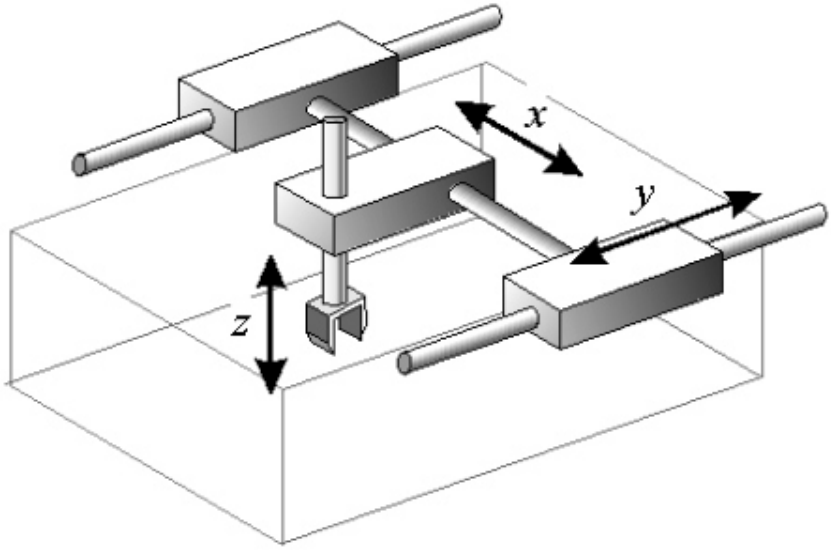
1.2.2 Өндірістік манипуляторлардағы координаталар жүйесі

Роботты жасау кезіндегі ең басты мәселе қандай кинематикалық схеманы таңдау және манипулятордың құрылымы қандай болатындығын анықтау. Көптеген жағдайларда түрлі операцияларды орындайтын роботтар адам қолдарына ұқсас, оларда иық, қол және білек болады. Осылайша, кинематикалық схема адам қолына өте ұқсас таңдалады.

Қарапайым операциялар үшін қозғалғыштылықтың екі дәрежесі жеткілікті. Ал күрделі орын ауыстырулар үшін қозғалғыштық дәрежесі үш немесе одан да көп болуы талап етіледі. Әрбір буын, әдетте, жеке жетекті басқарады, соның нәтижесінде атқарушы орган әрбір буынды басқару арқылы қажетті аймаққа жылжытылады. Қазіргі заманғы роботтар пневматикалық, гидравликалық және электромеханикалық жетектермен жабдықталған.

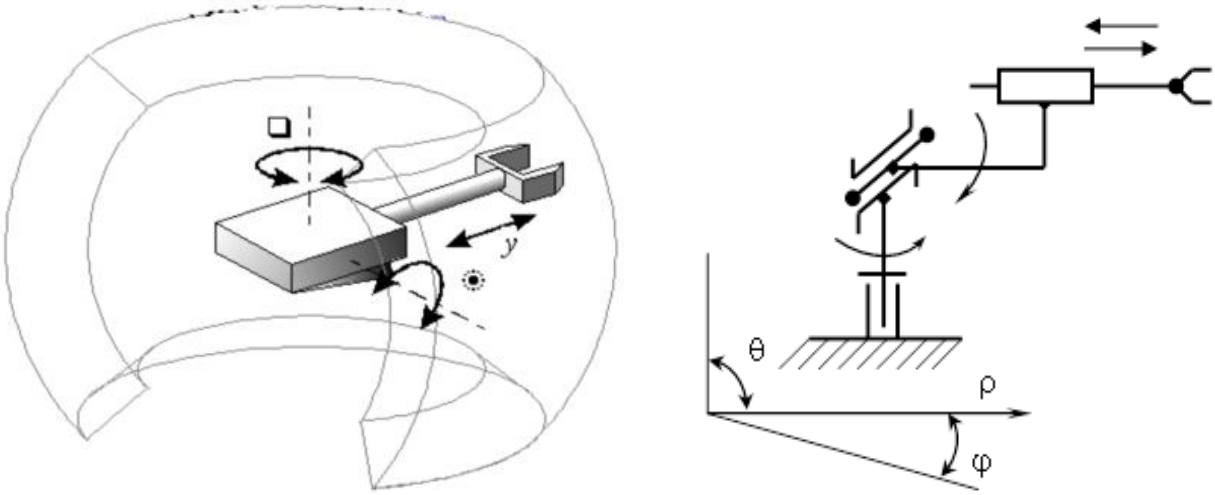
Кинематикалық сұлбалардың алуан түрі бар, алайда олардың ішінде аса көп таралған 4 сұлбаны қарастырайық.

Декарттық координаттар жүйесі. Мұндай жүйе басқаруда қарапайым және жоғары дәлдікке ие, робот негізгі осьтердің бойымен тура жылжиды. Атқарушы орган жоғары немес төмен жылжиды. Мұндай роботтар негізінен көлденең жазықтықта элементтерді орналастыру үшін қолданылады. Декарттық координаталар мысалы төменде көрсетілген (Сурет 1.5).



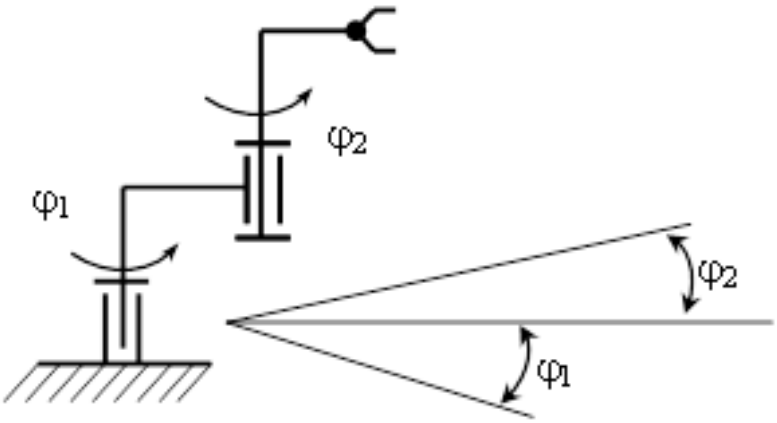
Сурет 1.5 – Декарттық координаталар жүйесі

Сфералық координаттар жүйесі. Сфералық жүйе жұмыс аймағын сфера түрінде ұсынады, осылайша әмбебап және үздік техникалық мүмкіндіктерге ие. Бірақ мұндай кинематикалық схема алдыңғыдан қиын және бағдарламалауда қиындықтар туындайды. Осындай схемамен атқарушы орган неғұрлым күрделі траекториямен қозғала алады. Бұндай манипулятор мысалы келесі суреттерде көрсетілген (Сурет 1.6).



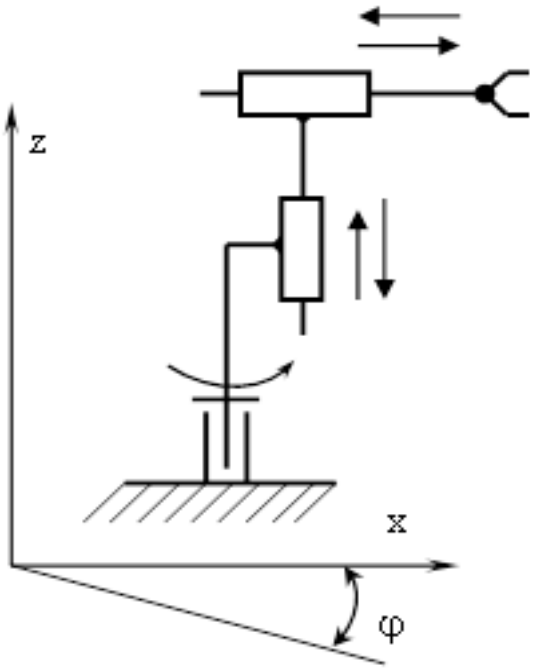
Сурет 1.6 – Сфералық координаттар жүйесі

Ангулярлық координаттар жүйесі (1.7-сурет). Ең күрделі, бірақ әмбебап-бұрыштық немесе ангулалық координаттар жүйесі. Ол өте күрделі кинематикаға ие. Манипулятордың буындары топсалармен қосылған. Мұндай робот күрделі кедергілерді айналып өтіп және бүктеу мүмкіндіктері бар, алайда дайындалуы мен басқаруы өте күрделі.



Сурет 1.7 – Ангулярлық координаттар жүйесінің сұлбасы

Цилиндрлік координаталар жүйесі. Жұмыс аймағы – қуыс цилиндр. Цилиндрлік жүйеде жұмыс істейтін манипулятор, ол өз осінің айналасында айнала алады және сол арқылы жұмыс аймағын ұлғайтады. Мұндай кинематикалық схема қозғалу үшін үлкен манипуляцияларды қарастырмайды (Сурет 1.9).



Сурет 1.9 – Цилиндрлік координаттар жүйесі

1.2.3 Манипуляторлардың жұмыс жасау режімдері

Манипуляторлар арнайы бағдарламалық қамтамасыз етумен басқарылады, ол алдын ала анықталған есептеулер (аналитикалық бағдарламалау) негізінде немесе оқыту (оператор командаларын есте сақтау) арқылы әзірленеді. Бағдарламалау кезінде мәндер атқарушы элементтің қозғалыс траекториясының соңғы нүктесі және бүкіл қозғалыс жолы ретінде анықталуы мүмкін. Программалаудың тағы бір тәсілі – жасанды интеллект элементтерін роботтың түпкі мақсаты ретінде пайдалану, және машинада оған қол жеткізудің өз әдісін (қозғалыс траекториясы) әзірлеу қажет. Бағдарлама деректерді тасымалдаушыға, перфорацияланған таспаға немесе перфокартаға және оптикалық дискілерге жазылуы мүмкін. Роботтар қатты, икемді-бейімделетін және қайта бағдарламаланады.

Сондай-ақ, кейіннен қайта бағдарламаланатын және қайта бағдарламалауға жатпайтын қатаң бағдарламаланатын (автооператор) роботталған манипуляторлар бар. Қатты бағдарламалау жады командасына енгізілген монотонды роботталған тізбекті іске асыруды қамтиды. Қоршаған орта детерминацияланған (уақыт бойынша болжанатын өзгерістер), тұрақты және біркелкі (өзгертілмейді немесе өзгерістер алдын ала белгілі және беріледі) болып саналады. Мұндай шарттар, мысалы, массаға, сериялық өндіріске немесе бірқатар ұқсас өнімдерге жатады. Командаларды орындау реті тұрақты немесе алдын ала анықталған функцияда өзгереді. Кейбір жағдайларда функция әртүрлі датчиктердің болуын болжайтын роботтың сыртқы немесе ішкі басқарылатын ортасының мәндеріне байланысты. Адаптивті бағдарламалық робот бірнеше бағдарламалардың жиынтығы болып табылады, олардың бірі негізгі (бағдарламаланатын қатты роботтардың ұқсас бағдарламасы), ал қалған бөлігі – сыртқы орта өзгерген жағдайда борттық компьютерді басқаратын екінші дәрежелі. Бұл жағдайда атқарушы тетікті тікелей басқаруға арналған бағдарламалар мазмұнының негізгі командаларына қосымша құрылғы қиындықтарға тап болған кезде қосалқы бағдарламаларды немесе кіші бағдарламаларды қосу рәсімі болады. Белгілі орта уақытпен өзгереді деп болжанады, бірақ мұндай өзгерістердің саны шектеулі және алдын ала болжанады. Қоршаған ортадағы өзгерістер туралы ақпарат алу үшін бейне қолданбасымен қоса, датчиктер жиынтығы пайдаланылады. Сондықтан, бұл тетіктерді біз жиі "көз-қол" деп атаймыз. Тұрақты орындалатын нұсқаулықтар қажет болған жағдайда қоршаған ортаның әр түрлі жағдайларында әрекет ете алады.

Икемді бағдарламаланатын өнеркәсіптік роботтар ең тәуелсіз, бірақ одан да күрделі. Олардың бағдарламалық қамтамасыз етуі сыртқы әлемнің математикалық моделін, сондай-ақ келіп түсетін ақпаратты талдау жүйесін (қысым датчиктерімен, бейнекамерамен, дыбыстық датчиктермен және т.б.) ұсынады. Бағдарлама өз бетінше өз шешімдерін қабылдауы керек, адам тек соңғы мақсат қояды. Өзін-өзі оқыту жүйесі жағдайында оператордың көмегімен ерте кезеңдерде. Икемді «жасанды интеллект» үшін бағдарламаланатын машиналар, роботтардың классикалық түрлері бірінші,

екінші және үшінші буынға жатады. Биотехникалық жүйелер жағдайында (манипуляторлармен басқарылатын) бағдарламалық қамтамасыз ету басқару блогынан сигналдардың аналогтық немесе цифрлық диспетчері болып табылады және оларды атқару механизмі үшін түсінікті командалар ретінде түрлендіреді. Роботтың қандай түрі (биотехнологиялық немесе автоматты) олардың арасындағы адам диалогы сөзсіз. Бұл батырманы және иінтіректі басқару туралы айтпағанда, мәтіндік хабарламалар және тіпті командалар түрінде объектілі-бағытталған тілде болуы мүмкін.

Бағдарлама сандық код (сандық басқару, СББ), аналогтық сигналдар (АББ), аралас немесе тізбекті операциялар сериясы түрінде ұсынылады. Заманауи Роботтар әрдайым СББ жасалады. СББ-мен заманауи манипуляторлар, әдетте, 10-50 операция транзакциясының көлеміне есептелген. Робот позициялаушы нүктелердің аз саны бар қозғалыстардың шектеулі санын жасаған жағдайда, ал операция қысқа уақытты (бірінші типті Роботтар) алған жағдайда қолайлы. Егер ықтимал қозғалыстар саны, позициялау нүктелері айтарлықтай болса, ал операция салыстырмалы ұзақ уақытты талап етсе, онда позициялық бақылауды (екінші түрі) пайдаланады.

Ақыр соңында, берілген жылдамдықпен берілген маршрут бойынша қозғалыс кезінде басқарудың бағдарламалық контурын (үшінші тип) пайдалана отырып. Басқару бағдарламалық қамтамасыз ету жұмыс денесінің позициялық орналасуын бақылайды, оның траекториясын ұстанбай. Контурлық басқару – дайын өнімді тиімді бақылаусыз қозғалысты бақылау.

Бейімделу механизмдері басқару контуры мен орнымен ғана бола алады. Көп жағдайда басқару жүйесі өндірістік роботтың (манипулятор, кран) механикалық жүйесінен физикалық түрде жойылады. Бұл жабдықтың мүмкіндіктерін біртіндеп жаңғырту үшін, сондай-ақ манипуляторды басқару үшін немесе адам үшін қолайсыз жағдайларда қатысу кезінде қашықтағы консольдің көмегімен оның мінез-құлқын түзету үшін жасалады.

2 Практикалық бөлім

2.1 Манипуляторды құрастыруға қажетті сұлбалар

Манпуляциялық роботты құрастыру жұмысын ең алдымен сұлбалардан бастаған жөн. Аталып кеткен талаптарды ескере отырып, манипуляциялық роботтың кинематикалық сұлбасын, манипуляциялау алгоритмінің блок-сұлбасын келтіреміз. Жүйенің мұндай құрылымы басқаруды, ақпаратты жинауды, оны тіркеуді, визуалдауды, деректер базасында сақтауды және резервтік көшірмелерді құруды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жабдықты бақылау және берілген мәндерді басқару параметрлеріне қол жеткізу сигнализациясы қамтамасыз етіледі. Манипуляциялау функциясы блок-сұлба арқылы келтіріледі, ол келесі суретте көрсетілген (Сурет 2.1).

Сурет 2.1 – Манипуляциялаудың блок-сұлбасы

Бірінші дәрежелі қозғалыстардың координаталар жүйесі және ӨР кинематикалық схемасы жылжымалы дәрежелер санын азайту арқылы таңдалады. Таңдау жұмыс аймағының өлшемі мен нысанымен және роботталған позициялардың санымен анықталады.

ӨМ кинематикалық тізбектері:

- жұмыс кеңістігінің берілген нүктесіне түпкілікті буынды жақындаудың технологиялық қажетті мүмкіндігін және бағдарлаушы орын ауыстыруларды орындауды қамтамасыз ету;
- кинематикалық тізбектердің өзара жылжуын қанағаттандыру;

- жұмыс істеп тұрған жүктемелердің әрекетімен қозғалысты қамтамасыз ету;

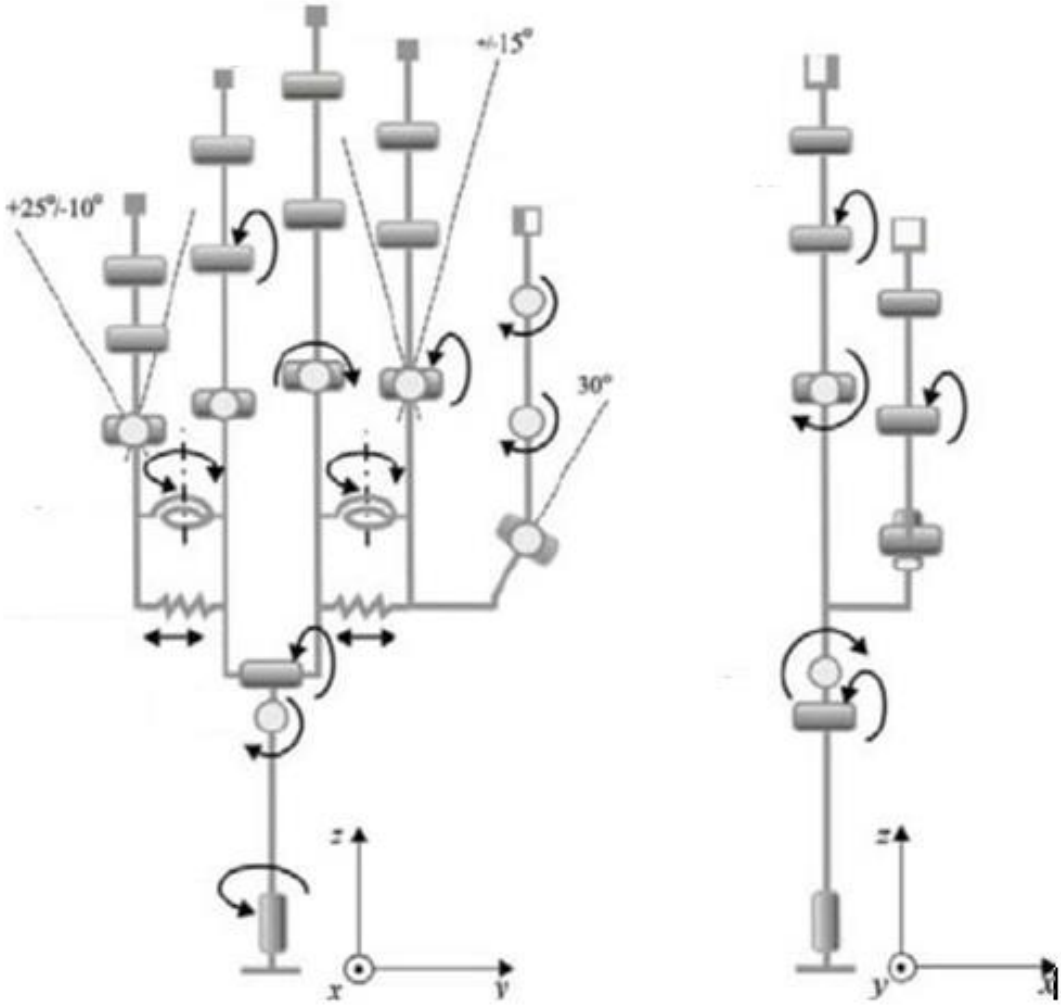
- қозғалтқыш үшін төмендеу буындарын теңдестіру қажет.

Есептерді белгілеу және есептеу үшін манипулятордың кинематикалық схемасы жасалады, схеманың негізіне барлық буындардың геометриялық өлшемдері, сондай-ақ кинематикалық будың түрлері, саны және таралуы кіреді.

Өнеркәсіптік манипулятор – бір-біріне кинематикалық буын арқылы қосылатын ашық кинематикалық тізбек. Әдетте, бұл бесінші класты бір жылжымалы айналмалы немесе үдемелі кинематикалық жұп.

Кеңістіктегі кинематикалық тізбектің орналасуы кинематикалық жұптардағы салыстырмалы орын ауыстыруларды сипаттайтын g (i=1,2,3...n) жалпыланған координаталарының көмегімен анықталады.

. Дайындалғалы отырған манипуляторлық роботтың кинематикалық сұлбасы төменде көрсетілген (Сурет 2.2).



Сурет 2.2 – МР кинематикалық сұлбасы

Алынған схема роботтың өңделетін макеті координаттардың сфералық жүйесінде қозғалатынын көрсетеді, өйткені буындардың қозғалысы

бұрыштық бұрылыстар есебінен жүреді. Мұндай жүйе кеңінен қолданылады және ең үлкен жұмыс аймағын қамтамасыз ете алады.

Робот өзінің мақсаты бойынша объектінің жұмыс аймағында берілген траектория бойынша және берілген жылдамдықпен қозғалуын қамтамасыз етуі тиіс. Осы талаптарды жақсы орындау үшін манипулятордың барынша көп еркіндік дәрежесі болуы тиіс, олардың мінсіз нұсқасында алты болуы тиіс. Алайда, алты еркіндік дәрежесімен жұмыс жасау да, басқару да қиын, сондықтан әдетте қарапайым конструкцияларды қолданады. Әзірленетін роботта бес еркіндік дәрежесі іске асырылады, бұл үлкен жұмыс аймағын қамтамасыз етеді және конструкцияны қиындатпайды.

Үлкен өлшемді параметрлері бар қадамдық қозғалтқыштармен салыстырғанда, пластмассалық қозғалтқыштар моментті жоғалтпай үлкен жылдамдықпен жұмыс істейді және берілген дәлдікті қамтамасыз етеді, өйткені жағдайы бойынша кері байланыс болады.

2.2 Кинематика есептерін шешу

КТМ – кинематиканың тікелей міндеті. КТМ құралдың есептік нүктесінің орналасу векторын табу және оның белгілі кинематикалық схема механизм және жалпыланған координаттар векторы бойынша координаталардың кейбір технологиялық жүйесінде бағдарлануынан тұрады.

ККМ – кинематиканың кері міндеті. ККМ берілген кинематикалық схема бойынша механизмнің жалпыланған координаталарының векторларын және берілген координаттардың технологиялық жүйесіндегі құралдың орналасуы мен бағдарын табудан тұрады.

Ереже және бағдар векторы алты өлшемді. Ол (2.1) формула бойынша есептеледі:

$$x = [\varphi r\ \beta\psi\psi]^T \qquad (2.1)$$

Қорытылған координат векторы q (2.2) формула негізінде анықталады:

$$q = [q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6]^T \qquad (2.2)$$

мұндағы, n – еркіндік дәрежелерінің саны.

Сызықтық түрлендіруді орындаймыз.

Жалпыланған координаттарды есептеу (2.3) формуласы төменде көрсетілген:

$$q_i = k_i * q_i' + a_i, \qquad (2.3)$$

мұндағы, i=(1,2,3,4,5,6);

k_i - қозғалтқыштың және оның байланысын анықтайтын масштабты коэффициент;

a_i - есептеу басталуының ығысуы.

Кинематиканың тікелей міндетін есептеймін.

Кесте 2.1 – Жалпыланған параметрлер

Манипулятор буындарының координаталар жүйесінің параметрлері				
i мүшелеу	a_i	d_i	α_i	Θ_i
1	0	0	90	Θ_1
2	0	0	90	Θ_1
3	0	0	90	Θ_2
4	0	0	90	Θ_3
5	0	0	90	Θ_3

Тікелей кинематикалық есепті шешу үшін, Денавит – Хартенбергтің жалпыланған түрлендірулерін пайдалана отырып, *i*-ші біріктіру үшін A_i матрицасын аламыз.

$$A_i = \begin{bmatrix} Cq_i & -Sq_i C\alpha_i & Sq_i C\alpha_i & a_i Cq_i \\ Sq_i & Cq_i C\alpha_i & -Cq_i S\alpha_i & a_i Sq_i \\ 0 & S_{\alpha_i} & C_{\alpha_i} & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

мұндағы, $Cq_i = \cos(q_i)$; $Sq_i = \sin(q_i)$, i = 1,2…6, A_i (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6)

$$A_1 = \begin{bmatrix} Cq_1 & 0 & -Sq_1 & 0 \\ Sq_1 & 0 & Cq_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_0 осі бойымен айналу

$$A_2 = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & -Sq_2 & 0 \\ Sq_2 & 0 & Cq2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_1 осі бойымен айналу

$$A_3 = \begin{bmatrix} Cq_3 & 0 & -Sq_3 & 0 \\ Sq_3 & 0 & Cq_3 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_2 осі бойымен айналу

$$A_4 = \begin{bmatrix} Cq_4 & 0 & -Sq_4 & 0 \\ Sq_4 & 0 & Cq_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_3 осі бойымен айналу

$$A_5 = \begin{bmatrix} Cq_5 & 0 & -Sq_5 & 0 \\ Sq_5 & 0 & Cq_5 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_4 осі бойымен айналу

$$A_6 = \begin{bmatrix} Cq_6 & 0 & -Sq_6 & 0 \\ Sq_6 & 0 & Cq_6 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_5 осі бойымен айналу

Манипулятордың есептік нүктесінің орналасу матрицасын аламыз, келесі өрнекті қолданамыз:

$$T = \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6.$$

Т матрицасы келесі түрге ие болады:

$$T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Т матрицасының элементтері:

$n_x = Cq_6\,(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_1Sq_4) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2);$

$n_y = Cq_6\,(Cq_4Cq_1 - Sq_4Sq_1Cq_2 - Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5);$

$n_z = -Cq_6\,(Sq_2Sq_4 - Cq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Sq_5);$

$o_x = Sq_6\,(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_1Sq_4) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2);$

$o_y = Sq_6\,(Cq_4Cq_1 - Sq_4Sq_1Cq_2 - Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5);$

$o_z = -Sq_6\,(Sq_2Sq_4 - Cq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Sq_5);$

$a_x = -Sq_5\,(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_4Sq_1) + Cq_1Cq_5Sq_2;$

$a_y = Sq_1Sq_2Cq_5 + Sq_5\,(Cq_4Sq_1Cq_2 + Sq_4Cq_1);$

$a_z = Sq_5Cq_4Sq_6 + Cq_2Cq_5;$

$p_x = Cq_1Sq_2d_3;$

$p_y = -Sq_1Sq_1d_2;$

$p_z = -d_1 - Cq_2d3;$

Көбейту нәтижесінде Т матрицасын аламыз, ол координаттар жүйесіндегі ұстап алудың жағдайы мен бағытын айқын белгілейді.

$$T = \begin{bmatrix} S\alpha C\gamma - C\alpha S\beta S\gamma & S\alpha C\gamma + C\alpha S\beta S\gamma & C\alpha C\beta & P_x \\ -C\alpha C\gamma - S\alpha S\beta S\gamma & -C\alpha C\gamma - S\alpha S\beta S\gamma & -S\alpha C\beta & P_y \\ -C\beta C\gamma & C\beta C\gamma & S\beta & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Эйлер бұрыштарын есептейміз:

$$R_x(\alpha) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ 0 & \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{vmatrix},$$

$$R_z(\gamma) = \begin{vmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) & 0 \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) & -\sin(\alpha) \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix},$$

$$R_y(\beta) = \begin{vmatrix} cos(\beta) & 0 & sin(\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ sin(\beta) & 0 & -cos(\beta) \end{vmatrix},$$

$$R_x(\alpha)R_y(\beta)R_z(\gamma) = \begin{vmatrix} cos(\beta)\cos(\gamma) & -\sin(\gamma)\cos(\beta) & sin(\beta) \\ \sin(\gamma)\ \cos(\alpha) - \cos(\gamma)\sin(\beta)\sin(\alpha) & \cos(\gamma)\cos(\alpha) + \sin(\gamma)\sin(\beta)\sin(\alpha) & \cos(\beta)\sin(\alpha) \\ sin(\gamma)\sin(\alpha) + \cos(\gamma)\cos(\alpha)\sin(\beta) & \cos(\gamma)\sin(\alpha) - \sin(\gamma)\cos(\alpha)\sin(\beta) & -\cos(\beta)\cos(\alpha) \end{vmatrix}$$

Алынған матрица мен T_6 матрицасын салыстырамыз:

$$\beta = \arcsin(a_x);$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a_z}{-\cos(\beta)}\right);$$

$$\gamma = arccos\left(\frac{n_x}{\cos(\beta)}\right).$$

Сондай-ақ Т матрицасының бөлігі:

$$p_x = a_2C_1 - d_2S_1 + d_4C_1S_3;$$

$$p_y = a_2S_1 + d_2C_1 + d_4S_1S_3;$$

$$p_z = d_4C_3.$$

2.3 Жұмысқа қажетті материалдар мен олардың сипаттамасы

Жұмыс барысында түрлі электротехникалық материалдар қолданылады, оларға түсініктеме бере отырып, құрылымдық сұлбаларын, өзара қосылу сұлбаларын қарастыра кетейік. Толыққанды роботты жасау үшін көптеген компоненттер қажет және оларды одан әрі пайдалану үшін жүйелендіру керек. Әрбір роботтың «миы» микроконтроллер немесе олардың жиынтығы, онда әр бөлшек белгілі бір қызет атқару үшін жауап береді. Бір жағынан, бірнеше микроконтроллерді пайдалану конструкцияны күрделендіреді, бірақ екінші жағынан – жүйенің үлкен сенімділігіне және жұмысының ұзақтығына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Микроконтроллерді таңдауда негізгі аспектілер:

разрядтылығы, сандық және аналогтық кірістері мен шығыстарының саны, флэш-жадының өлшемі, жедел жады саны, тактілік жиілігі, сондай-ақ таймерлер мен басқа да периферияльық құрылғылардың болу. Мобильді роботтар үшін маңызды критерий – жұмыс кернеуі және энергияны тұтынуы.

2.3.1 SG90 сервожетегі

Сервожетек немесе бақылайтын жетек – қозғалыс параметрлерін дәл бақылауға мүмкіндік беретін жетек, теріс кері байланыс арқылы басқарылады (Сурет 2.3). Оның құрамында жетекті басқару блогы (механикалық жүйе немесе электрондық тізбек), сенсор (күш, орын, жылдамдық, т.б.), сыртқы мәнге сәйкес (бақылау тұтқасының орналасуына немесе басқа жүйелердің сандық құнына байланысты) датчикке қажетті параметрлер мен мәндерді автоматты түрде сақтайтын сенсор және механикалық жетектің кез келген түрі болады. Дәлірек айтқанда, сервожетек деп «автоматты дәл орындаушыны» айтады. Ол нақты уақыт кезінде бақылау параметрінің мәнін ала отырып, ол датчиктерді оқу кезінде «өз күшімен» орындаушы элементтің шығысында осы мәнді алуға тырысады.

Жетек (привод) кез келген роботтардың маңызды компонентіне жатады, оларға қозғалыс жасауға және кеңістікте қозғалуға мүмкіндік береді, кейбір жағдайларда жетекті тірі ағзаның бұлшық етімен салыстыруға болады. Жетектің ең көп таралған түрін қарастырайық. Ең қарапайым шешімдердің бірі орнатылған редуктормен және біліктің орналасу датчигі бар электр қозғалтқышы болып табылатын электрлі сервожетекті пайдалану болып табылады, соның арқасында жетектің нақты жылжуы жүргізіледі. Сонымен қатар, электрқозғалтқыштың жетегі ретінде электрқозғалтқыш қолданылады, бірақ біліктің орналасу датчигін пайдаланбай, айналу бұрышын басқару біліктің ауытқу бұрышы алдын ала белгілі контроллердің арқасында жүзеге асады. Тұрақты ток қозғалтқышына балама пьезодвигательдер болып табылады, ол ультрадыбыстық жиіліктегі пьезоэлектрлік аяқтардың дірілдеу роторын айналдыру үшін қолданылады.

Сервожетектердің негізгі сипаттамаларын қарастыра кетейік:

1) Білігіндегі күші. Ол момент, яғни сервожетектің ең маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады және кг/см өлшенеді. Әдетте сипаттамаларында екі түрлі қорек көзі кенеуі 4,8 В және 6,0 В көрсетіледі.

2) Сервожетектің түрлері. Сандық немесе аналогтық болып бөлінеі.

3) Қоректену кернеуі. Көптеген сервожетектер үшін 4,8 В тан 7,2 В дейінгі диапазонда ауытқып отырады.

4) Бұрылу бұрышы бұл білікті бұруға болатын максималды бұрыш болып табылады. Сервожетектер айналу бұрыштары бойынша негізінен 180° және 360° болады.

5) Үздіксіз айнататын сервожетек. Қажет болған жағдайда оны қалыпты күшейткішке өзгертуге болады.

6) Редуктор түрі. Сервожетек редукторы металдан, карбоннан, пластмассадан немесе металл және пластикалық шестернадан жасайды.

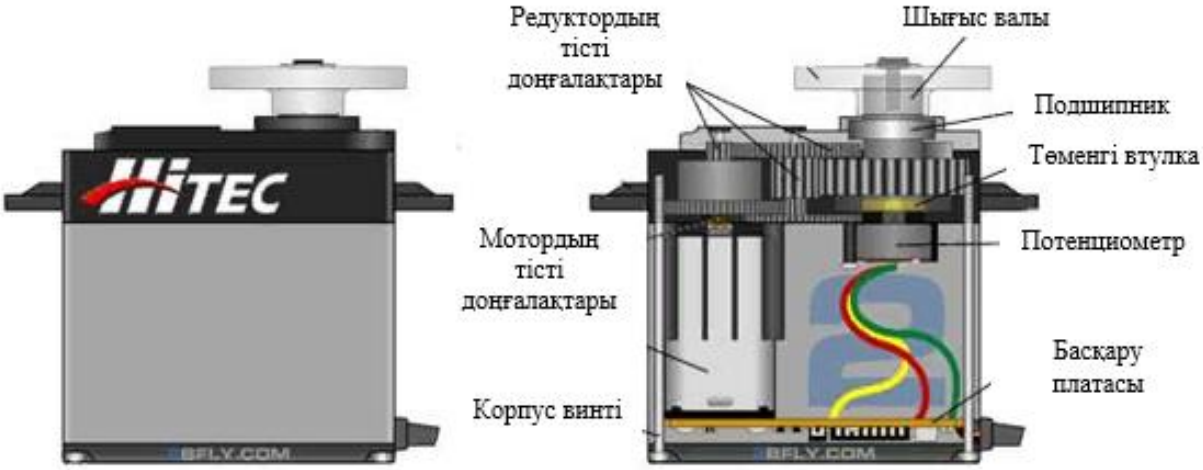
7) Сервожетекті басқару. Servo – команда қашықтан басқару және оның ротордың ұстанымын серворөлді бақылау үшін арналған. Pin – енгізу үшін пайдаланылатын шығыс порты – атқарушы орган бақылау тізбегі деректер шығару. Rotation Value – тұрақты, яғни 0 ден 65535 диапазонда берілуі мүмкін, немесе айнымалы Word типті болса 0 ден 65535 дейінгі диапазон мәнінде қолданылады.

Сурет 2.3 – Сервожетектің сыртқы көрінісі

Редуктор мотормен бірге жетекті құрайды. Механикалық бұрылысқа түсетін кернеуді өзгерту үшін электр қозғалтқышы қажет.

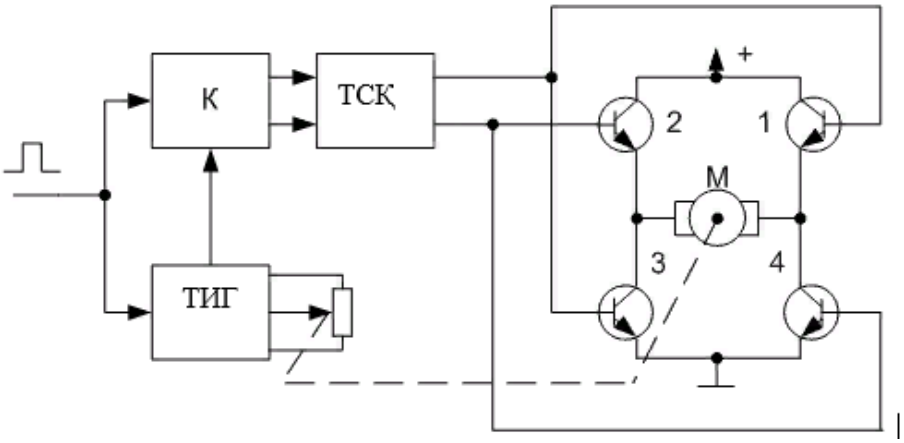
Электрқозғалтқышты қосумен және ажыратумен бірге тербелме бекітілетін шығыс білігі де айналады, ол модель руліне бекітіледі. Сервопривод құрылғысында электр сигналға бұрылу бұрышын кері айналдыруға қабілетті потенциометр-датчик болады.

Алайда, басты элементтердің бірі – электрондық схеманы білдіретін басқару ақысы. Ол электр импульсін алады, потенциометр мәліметтерімен алынған сигналды талдайды және электрқозғалтқышты қосады/ажыратады. Сервожетектің ішкі көрінісі 2.4-суретте көрсетілген.



Сурет 2.4 – Сервожетектің ішкі көрінісі

Сервопривод қабылдағыштан арнайы сым арқылы өтетін импульстік сигналдарды алады. Мұндай сигналдардың жиілігі 20мс құрайды, ал олардың ұзақтығы 0,8-2,2 мс шегінде өзгеруі мүмкін. Сізде анық көрініс пайда болу үшін, сигнал тербелісті жылжытуға қалай өзгереді, күкірттің стандартты сызбасын талдау қажет.Сонымен, импульстік сигнал ресиверден компататорға келіп түседі және сонымен қатар ТИГ белсендіреді. Тірек импульстің ұзақтығы шығу білігімен физикалық қосылған потенциометрдің жағдайына байланысты. Тербелме орта позицияда болғанда, сигнал ұзындығы 1,5 мс құрайды, егер шеткі позиция – 0,8 немесе 2,2 мс болса. Басқару сигналы мен тірек импульсі олардың айырымдық шамасын есептейтін компоратормен талданады (есептеу импульстердің ұзақтығы бойынша жүргізіледі). Әртүрлі импульстің ұзындығы және рульдің «күтілетін» және «нақты» жағдайы қаншалықты сәйкес келетінін анықтайды.



мұндағы, ТИГ – тірек импульсінің генераторы; К – компоратор; ТСҚ – таңдай-сақтау құрылғысы; М – электрлік мотор.

Сурет 2.5 – Сервожетектің құрылымдық сұлбасы

2.3.2 Arduino микроконтроллері

Ардуино және оның типтерінде дайын электронды блок және бағдарламалық қамтамасыз етіп тұратын жиынтықтар бар. Мұндағы электрондық блок – оның жұмысы үшін қажет микроконтроллер және элементтердің ең аз жиынтығы бар тізбек тақта. Шын мәнісінде Ардуино блогы қазіргі компьютер аналық тақтасының аналогы болып табылады. Ол сыртқы құрылғыларға арналған қосқыштарды, сондай-ақ компьютерге қосылу үшін қосқышы бар, сол арқылы микроконтроллерді бағдарламалау жүзеге асырылады. Atmel фирмасының Atmega микроконтроллерін пайдаланудың ең тиімді жағы бағдарламалау үшін арнайы программатор қолданылмайды. Жаңа электронды құрылғыны жасау үшін бар болғаны Ардуино тақтасы, кабельдік байланыс және компьютер болса жеткілікті. Жобаның екінші бөлігі басқару бағдарламаларын жасау үшін Ардуино бағдарламасы болып табылады. Бағдарламалау тілі аралас C/C++ тілдерін алмастыра алатын қарапайым тілдерді біріктіре алды. Сондықтан Ардуино тақтасымен жұмыс жасау үшін бар болғаны C/C++ тілдерінің негіздерін білу қажет. Ардуиноға арналып әр-түрлі құрылғылармен жұмыс жасай алу үшін кодтардан тұратын көптеген кітапханалар жасалынды.

Ардуино тақтасының келесі нұсқалары негізгі үлгілері болып табылады:

1) Due – 32 биттік ARM микропроцессорлық Cortex-M3 ARM негізделген басқарма SAM3U4E;

2) Leonardo – Atmega32U4 тақтасындағы микроконтроллер;

3) Uno – базалық Ардуино платформасындағы ең танымал нұсқасы;

4) Duemilanove – Atmega168 немесе Atmega328 тақтасындағы микроконтроллер;

5) Diecimila – базалық Ардуино платформасындағы USB нұсқасы;

6) Nano – ықшам әрі ыңғайлы платформа, орналасу ретінде пайдаланылады. Nano қосылған компьютерге кабель USB Mini-B пайдаланылады;

7) Mega ADK – USB-хост үшін қолдауымен Mega 2560 кеңесі интерфейс нұсқасы арқасында Android телефондары мен интерфейс USB бар басқа да құрылғыларға;

8) Mega2560 – Atmega2560 пайдаланып микроконтроллер негізінде басқарма USB-портына сериялық қосылу үшін ATMega8U2 чип қолданылады;

9) Mega – Atmega1280 микроконтроллер негізінде Mega сериясындағы нұсқасы;

10) Arduino BT – сымсыз байланыс және бағдарламалау үшін Bluetooth модуліндегі платформа;

11) LilyPad – тасымалдауға арналған платформа, матаға тігіп пайдалануға болады;

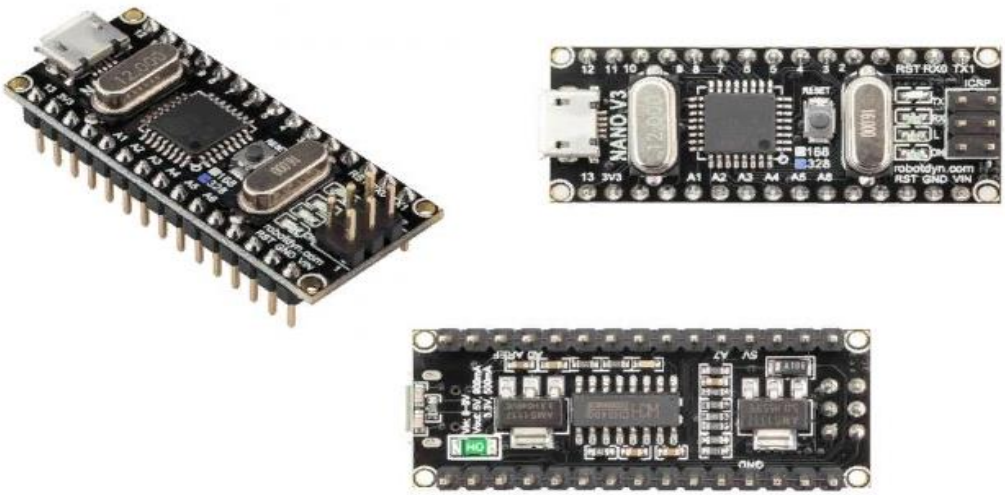
12) Fio – сымсыз платформа қосымшалар үшін әзірленген. Fio радиосы бар Xbee, салынған тізбек зарядтау LiPo батареялар мен қосқышы бар коннекторы;

13) Mini – Ардуиноның ең кіші платформасы;

14) Pro – озық пайдаланушыларға арналған платформа және үлкен жобасының бір бөлігі;

15) Pro Мини – төмен бағаға келетін тәжірибелі пайдаланушыларға арналған платформа, Pro сияқты аз және көп функционалдық платформасы.

МР-ты дайындау барысында мен таңдап алған микроконтроллер түрі – Arduino Nano. Nano платформасы Atmega328 немесе Atmega168 (Arduino Nano 2.x) микрокотроллерінде құрылған. Үлкен емес көлемді және лабораториялық жұмыстарға пайдалаылады. Arduino Nano сіздің USB Mini-B арқылы немесе реттелмейтін 6-20 V (терминал 30) немесе реттелетін 5 V (PIN коды 27), сыртқы қуат көзінен қуат алады. Автоматты түрде ең жоғарғы кернеу көзін таңдайды.



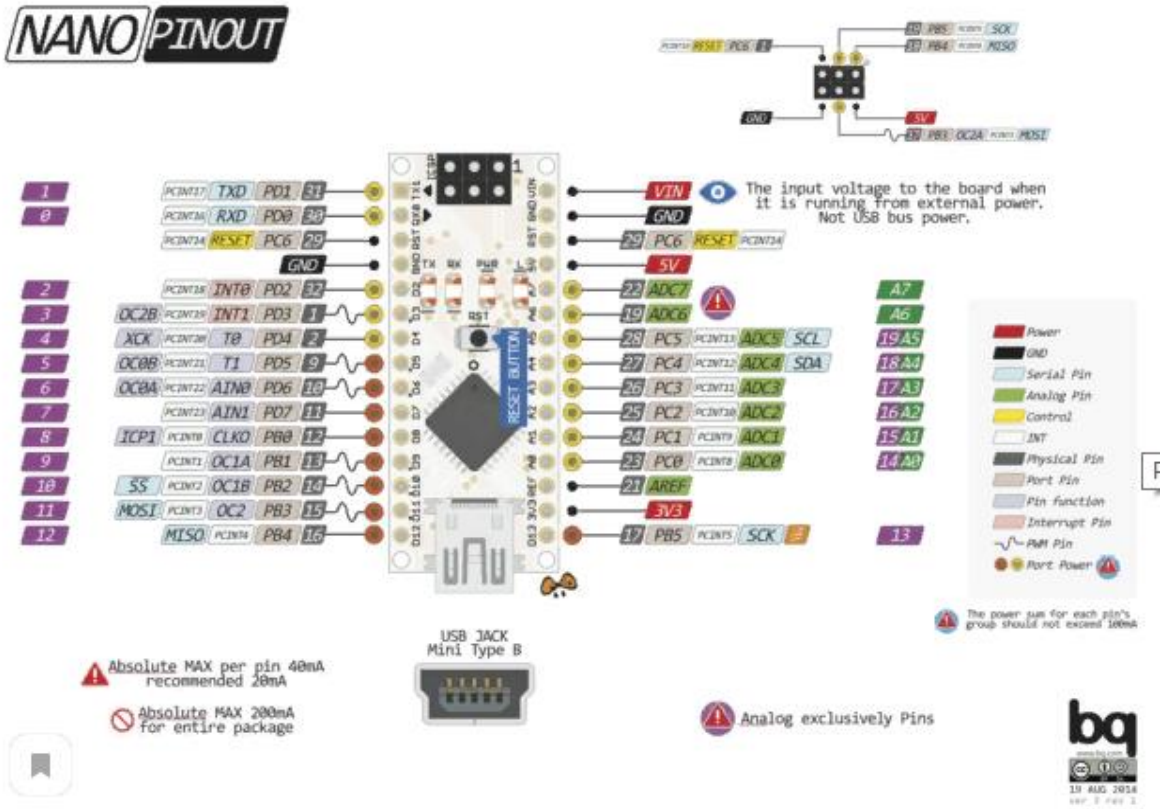
Сурет 2.6 – Arduino Nano микрокотроллерінің сыртқы көрінісі

Arduino Nano микроконтроллерінің басқа контроллерлерден айырмашылығы 2.2-кестеде және Arduino Nano кіріс/шығыстарының сұлбасы 2.7-суретте көрсетілген.

Кесте 2.2 – Arduino Nano сипаттамасы

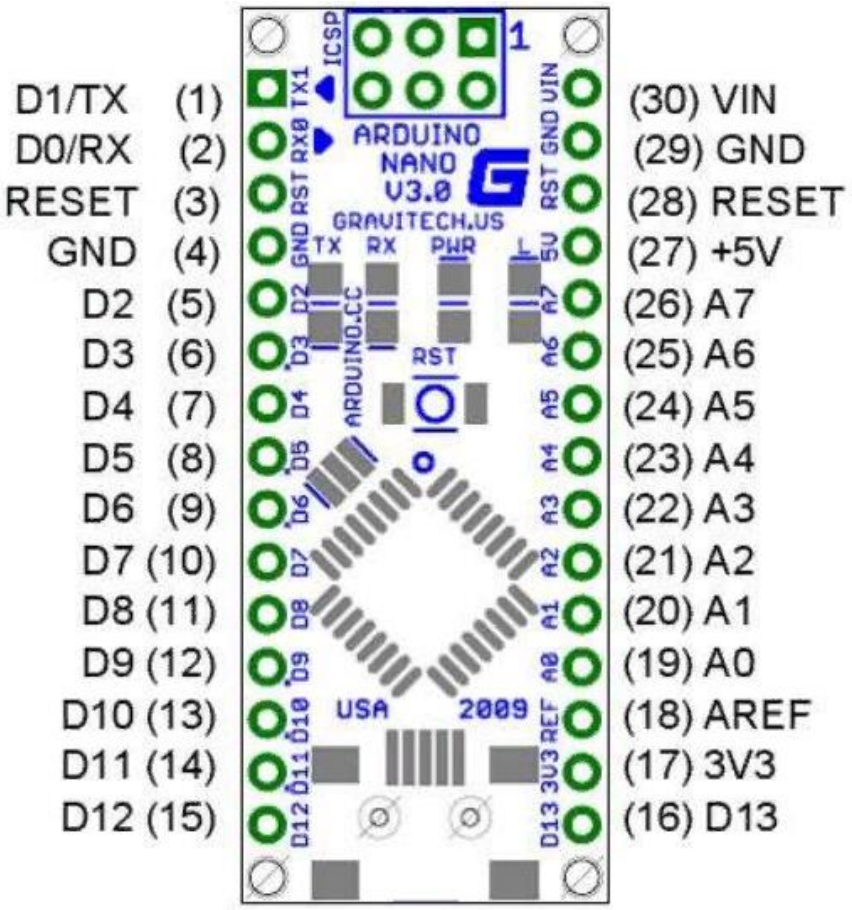
Сипаттамасы	Atmel Atmega168 немесе Atmega328
жұмыс кернеуі (логикалық деңгей)	5В
кіріс кернеуі (ұсынылған)	7-12В
кіріс кернеуі (шектік)	6-20В
сандық кірісі/шығысы	14
аналогты кірісі	8
кірісі/шығысы үшін тұрақты ток	бір шығысында – 40 mah барлық шығысында – 500 mah барлық шығысынан
флеш-жады	16 кб (Atmega168) немесе 32 кб (Atmega328)
ОЖҚ	1 кб (Atmega168) немесе 2 кб (328)

EEPROM	512 байт (Atmega168) немесе 1 кб (Atmega328)
тактілі жиілігі	16 МГц
өлшемі	1.85 см х 4.2 см



Сурет 2.7 – Arduino Nano кіріс/шығыстарының сұлбасы

Келесі 2.8-суретте Arduino Nano микроконтроллерінің нақты сипаттамасы келтірілген.



мұндағы, 1 – TX (UART беру) немесе D0 порты; 2 – RX (UART қабылдау) немесе D1 порты; 3,28 – өшіру (RESET); 4,29 – жерге қосу; 5...16 –D3...D13 порттары; 17 –3,3 В кернеу; 18 – АЦТ тірек кернеуі; 19...26 – АЦТ 8 каналы A0...A7; 27 – 5,0 В кернеу; 30 – модульдің қуат көзі 2-20 В.

Сурет 2.8 – Arduino Nano микроконтроллерінің құрылымдық сұлбасы

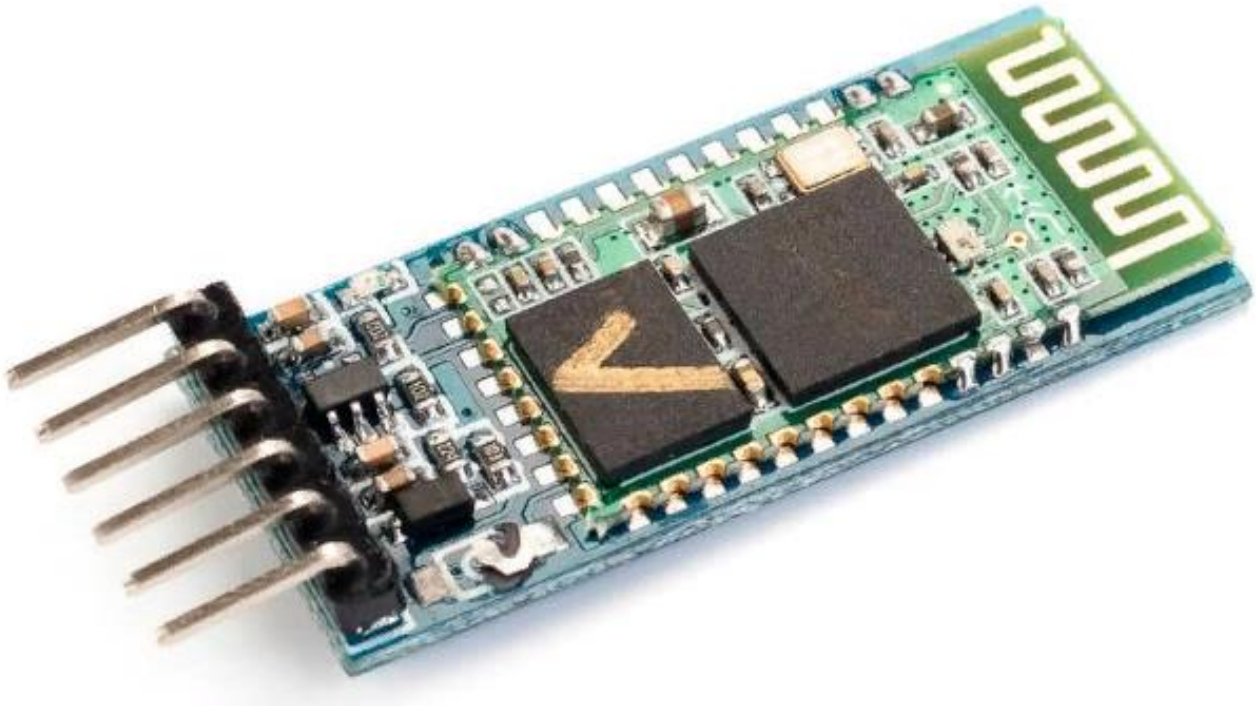
Arduino контроллері сымсыз байланысты қолдамайды және жиі қажет. Мысалы, Arduino роботты қашықтан басқару, деректерді метеостанциядан интернетке немесе үй серверіне жіберу, бірнеше құрылғылардың өзара байланысы. Бұл жерде құрылғылардың әзірлеушілеріне әртүрлі сымсыз байланыс технологияларын ұйымдастыруға арналған көптеген сыртқы Модульдер: WiFi, GSM/GPRS, IR, Bluetooth модульдері, түрлі жиілік диапазондарында жұмыс істеуге арналған радиомодульдер.

2.3.3 JDY-10 Bluetooth модулі

Bluetooth технологиясы бір-бірімен тікелей жақын орналасқан екі құрылғы арасында деректерді беру үшін пайдаланылады және тікелей көріну қажет емес. Bluetooth технологиясы (2.9-сурет) кеңжолақты бөгеуілдерге жақсы тұрақтылықты қамтамасыз етеді, бұл бір жерде орналасқан көптеген құрылғыларға бір-біріне кедергі жасамай бір-бірімен бір мезгілде араласуға мүмкіндік береді. Модульдер: WiFi, GSM/GPRS, IR, Bluetooth модульдері,

түрлі жиілік диапазондарында жұмыс істеуге арналған радиомодульдер. Бұл технология телефондарда, планшеттерде, ноутбуктерде кеңінен қолданылады.

Дипломдық жұмыс барысында қолданылатын, arduino контроллерімен жұмыс істей алатын көпфункционалды Bluetooth модулі – Bluetooth JDY-10.



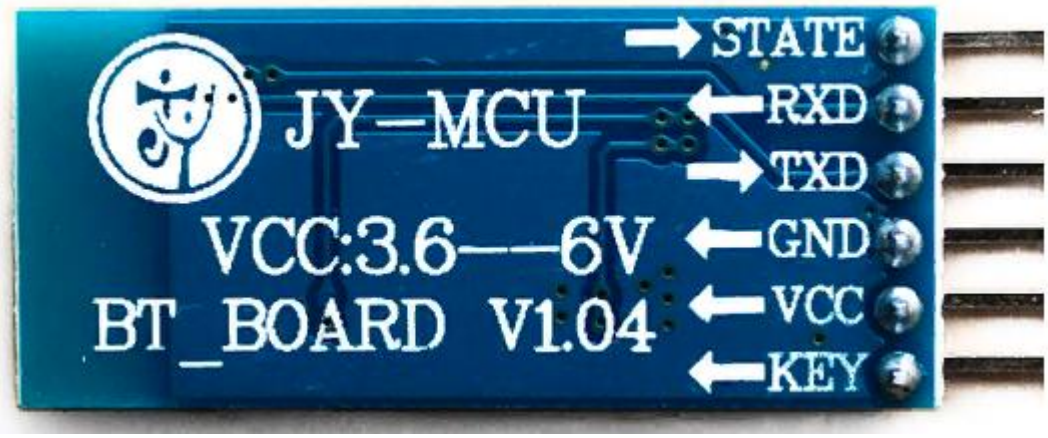
Сурет 2.9 –Bluetooth-модіулінің сыртқы көрінісі

Bluetooth-модульдер арасындағы байланыс секірмелі түрде өзгеретін FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) жиілікте және екісатылы Гаусс фильтрімен (GFSK, Gaussian Frequency Shift Keying) модуляцияланады (Bluetooth 1.0/1.1). FHSS бойынша радиоканал 79 каналшаларға бөлінеді, хабарлағыш (ақпарат жіберуші) пен қабылдағыш синхронды түрде 1 тайм-слот сайын каналшадан каналшаға ауысып отырады (спецификация бойынша 1 тайм-слот = 625 μs, яғни секундына 1600 рет ауысады). Бұл ауысулар хабарлағыш пен қабылдағыш арасындағы алдын-ала келісіп алған алгоритммен жүреді. Сондықтан басқа Bluetooth құралдарға кедергі келтірмейді. Уақытты бөліп, дуплексті түрде ақпарат тасымалдау бойынша (Time Division Duplexing) бірінші құрылғы ақпаратты жұп тайм-слоттарда, екіншісі тақ тайм-слоттарда жібереді. Осылайша екі құрылғы Asymmetric ACL (Asyncronous Connectionless Link) каналында 723,2 kb/s тура бағыттағы және 57,6 kb/s кері бағыттағы жылдамдықпен, немесе Symmetric ACL каналында 433,9 kb/s жылдамдықпен екі жаққа істей алады. Дауыс тасымалдау кезінде байланыс 3 синхронды аудиоканалда (SCO — Syncronous Connection Oriented Link) 64 kb/s жылдамдықпен әр бағытта, немесе ақпарат пен дауысты бірге жібере алады. Bluetooth-модульдерінің толық сипаттамасы 2.3-кестеде келтірілген.

Кесте 2.3 –Bluetooth-модіулінің сипаттамасы

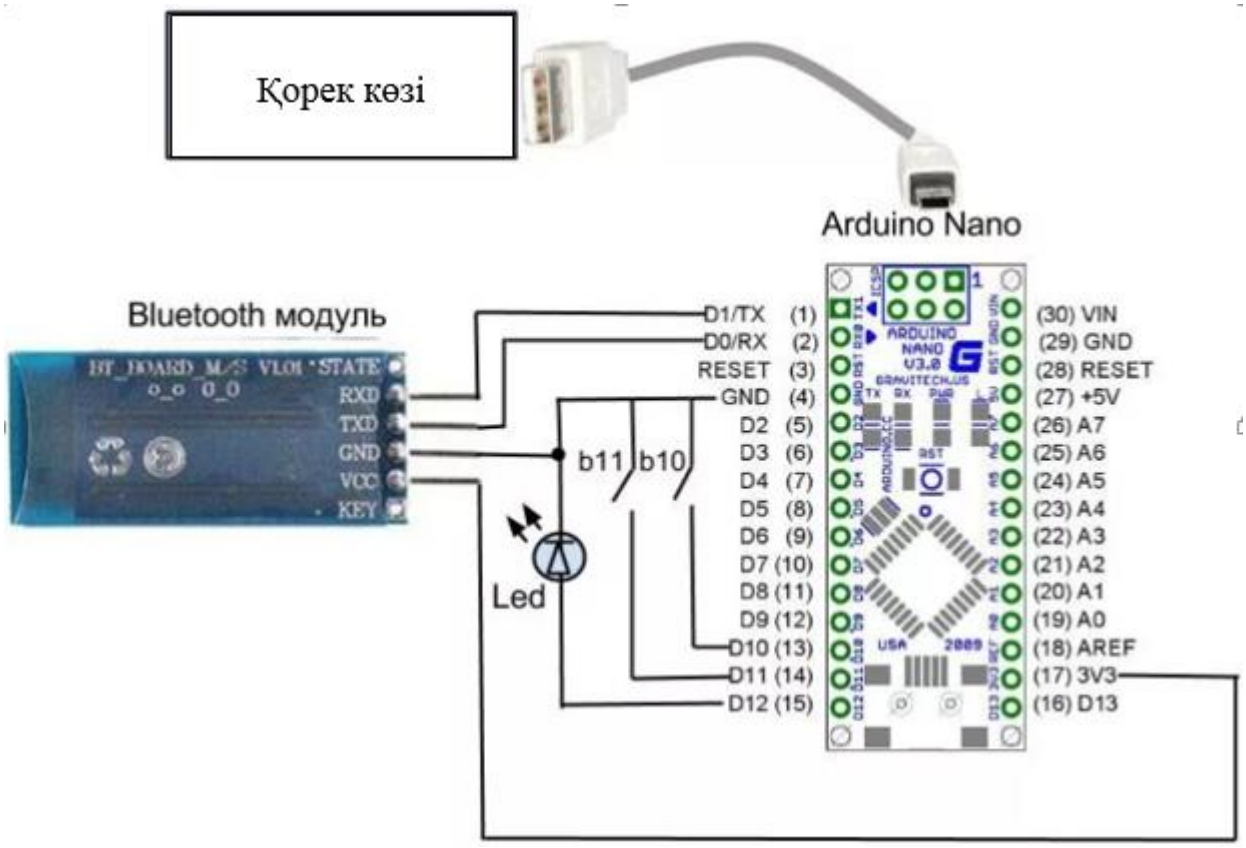
Bluetooth-модуль	Сипаттамасы
bluetooth чипі	JDY-10
радиобайланыс жиілігі диапазоны	2,4 – 2,48ГГц
берілу қуаты	0,25 – 2,5мВт
сезімталдығы	80dBм
қорек көзі кернеуі	3,3 – 5В
тұтынылатын ток	50мА
әсер ету радиусы	10м-ге дейін
интерфейс	тізбекті порт
режімдері	master, slave
сақтау температурасы	-40…85 °С
жұмыс температурасының диапазоны	-25…75 °С
өлшемі	27 х 13 х 2,2 мм

Bluetooth-модіулінің шығыстары мен Bluetooth-модулінің микроконтроллерге қосылу сұлбасы сәйкесінше 2.10 және 2.11-суреттерде көрсетілген.



Сурет 2.10 –Bluetooth-модіулінің шығыстары

Датчик өлшемі 2,54мм болатын 6 шығысқа ие:
- VCC - (қорек көзі 3,6 – 6 В);
- GND - (жерге қосу);
- TXD, RXD - UART интерфейсі;
- STATE - жағдай индикатор;
- KEY - бағдарламалау режіміне қосылуға арналған шығыс.



Сурет 2.11 – Bluetooth-модулінің микроконтроллерге қосылу сұлбасы

2.3.4 3D принтер туралы түсінік

МР құрастыру барысында метал, әйнек, пластмасса, картон секілді түрлі материалдарды қолдануға болады. Материал роботтың күрделілігіне, атқаратын функцияларына, жұмыс жасау болжалып отырған ортаға байланысты таңдалады. Сонымен қатар материалдың сыртқы келбеті тартымды және бағасы қол жетімді болуы тиіс. МР дайындауға арналған негізгі материал ретінде пластмассаны таңдадым. Сыртқы пішіні адам қолы секілді болатындықтан, 3D принтердің көмегімен қажетті пішінді дайындау қажет. Дәл осы себептен негізгі материал – 3D принтерге арналған пластмассалы сым. Ол келесі 2.12-суретте көрсетілген.

Сурет 2.12 – 3D принтерге арналған пластмассалы сым

3D принтер – суретті үшөлшемді етіп шығаратын құрылғы. Ол сандық үшөлшемді модельді пайдалана отыра қабаттап шығарады. Суретті жасап шығаруға пластиктің бірнеше түрі негіз болады, алайда бүгінде өндірушілер бейненің әлдеқайда шынайы болуына жаңа компоненттер қосып жатыр. Көптеген технологиялары бар: лазерлік стереолитография,лазерлік біріктіру, сәулелі балқыту,ламинаттау әдісі. Халл Чарльз 1988жылы «3D SYSTEM» фирмасын құрып, «Stereolithography Apparatus» деп аталатын 3d форматында зат шығаратын құрылғы ойлап тауып, сол жылы ең көп таралған құрылғының SLA-250 моделі сатылымға шықты. 1990 жылы «Stratasys» компаниясының жетекшісі Скотт Крамп пен оның әйелі жаңа өндеу әдісін ойлап тапты. Осы әдістен кейін «Лазерлік 3D-принтер» ұғымы пайды болып, кең қанат жайды. Дегенмен, ол уақыттағы құрылғылардың көлемі тым үлкен болатын. Қазіргі жаңа аппараттардың көлемі қарапайым қағаз шығаратын принтерлердің көлемімен бірдей және оны әрбір адам орташа баға 1000$-на сатып алу мүмкіндігіне ие.

Үшөлшемді басып шығару жайлы алғашқы идеялар сонау 80-ші жылдары пайда болған. Дәл сол уақыттары арнайы фотополимерл пластиктің көмегімен нысаналар құрастыратын стереолитограф жасалып шығарылған. Технология фотополимерлердің қасиеті негізінде жасалған – лазердің әсерінен ол қатып қалып, пластиктің қатты пішініне айналады. Дәл осы қасиеттер болашақ прииитерге негіз болды: лазер сәуле арқылы суреттің әрбір пикселін сұйық заттектен жасап салады, ол қатқан кезде нысананың қатты бөлшегіне айналады. Тағы бір қолданылатын технология «лазерлік біріктіру» деп аталады. Қолданылатын материал – тез балқитын пластиктің ұнтағы. Лазердің әсерінен пластик балқып, иілгіш болады, ал кейін бір қоспаға бірігеді. Пластик лазердің температурасынан тұтанып немесе қышқылданып кетпес

үшін жұмыс жасалып жатқан камераға азот жібереді (оқшау газ). 3d принтердің (2.13-сурет) жұмысы былай іске асады: қызметші элемент – экструдер-бас принтерді іске қосатын пластик жіпті балқытады. Кейін балқытылған элемент шүмек арқылы беріледі, ал кейін бөлме температурасында тез қатады. Жұмыс істеу үшін басқа өндірістік технологиялар сияқты арнайы жағдайды қажет етпейді. Оған қоса нысаналарды жасауға кететін шығын да аса көп емес – 1 кг пластик үшін бар-жоғы 50-60 доллар. Сонымен қатар нысана ұзақ уақытқа сақталады, бұл принтерді үй жағдайында пайдаланудың құндылығын арттырады.

Сурет 2.13 – 3D принтердің сыртқы көрінісі

2.3.5 DC-DC түрлендіргіш

Ардуино жобаларында кернеудің әр түрлі деңгейінде түрлі құрылғыларды қоректендіруді талап етеді. Егер тұрақтандырғышты қолданса, онда токтың жоғары мәндерінде схема айтарлықтай төмендетілген КПД болады. Ал бірнеше қуат көздерін пайдалану кезінде схема үлкен және әдепсіз түрге ие болады. Бұл жағдайларда DC-DC кернеу түрлендіргішін пайдаланған жөн.

Әр түрлі электронды аппаратураны қоректендіру үшін DC-DC түрлендіргіштер кеңінен қолданылады. Олар есептеуіш техника құрылғыларында, байланыс құрылғыларында, әртүрлі басқару және автоматика сұлбаларында қолданылады.

Егер аппаратураны қоректендіру гальваникалық элементтерден немесе аккумуляторлардан жүзеге асырылса, онда кернеуді қажетті деңгейге дейін түрлендіргіштердің DC-DC көмегімен ғана түрлендіруге болады. Оның жұмыс асау принципі жеткілікті қарапайым: тұрақты кернеу айнымалы, әдетте, бірнеше ондаған және тіпті жүздеген килогерц жиілігімен түрлендіріледі, көтеріледі (төмендейді), содан кейін түзетіледі және жүктемеге беріледі. Мұндай түрлендіргіштер жиі импульстік деп аталады. Мысал ретінде 1,5 В-дан 5В-ға дейін арттыратын түрлендіргішті компьютер USB Шығыс кернеуін келтіруге болады. Мұндай (2.14-сурет) шағын қуатты түрлендіргіш Aliexpress сатылады.

Сурет 2.14 – DC-DC түрлендіргіші (1,5В/5В)

2.3.6 Li-ion батареясы

Литий-ионды аккумулятор (Li-ion) – заманауи тұрмыстық электрондық техникада кеңінен таралған және энергетикалық жүйелерде электробильдер мен энергия жинақтағыштарда энергия көзі ретінде өзінің қолданылуын табатын электр аккумуляторының түрі. Бұл ұялы телефондар, ноутбуктер, сандық фотоаппараттар, бейнекамералар және электромобильдер сияқты құрылғылардағы аккумуляторлардың ең танымал түрі. Бірінші литий-ионды аккумуляторды Sony корпорациясы 1991(бір мың тоғыз жүз тоқсан бірінші) жылы шығарды. Li-ion батареясының сипаттамалары 2.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.4 – Li-ion батареясының сипатамасы

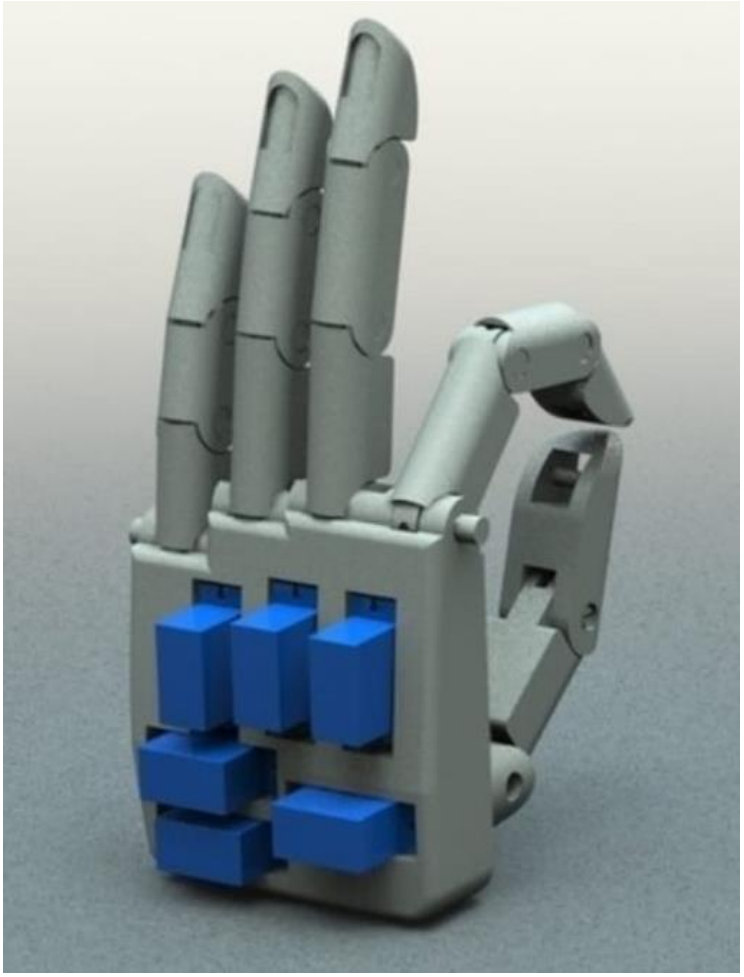
Сипаттама	шамасы
элемент кернеуі	max - 4,2 В min - 2,5 В
үлестік энергия сыйымдылығы	110 … 243 Вт/кг
ішкі кедергісі	5 … 15 мОм/А
циклдар саны заряд/разряд сыйымдылық төмендегенге дейін	80%
жылдам зарядтау уақыты	1 сағ
сыйымдылыққа байланысты жүктеме тогы	тұрақты - 5°С импульсті - 50°С оптималды - 1°С
жұмыс температуралары диапазоны	−20 °С-тан +60 °С-қа дейін

Литий-ионды аккумулятор электролит сіңдірілген кеуекті сепаратормен бөлінген электродтерден (алюминий фольгадағы катод материалынан және мыс фольгадағы анод материалынан) тұрады. Электродтар пакеті герметикалық корпусқа орналастырылған, катодтар мен анодтар ток түсіргіш Клемма-клеммаларға қосылған. Корпус кейде авариялық жағдайлар немесе пайдалану шарттарының бұзылуы кезінде ішкі қысымды түсіретін сақтандырғыш клапанмен жабдықталады. Литий-ионды аккумуляторлар қолданылатын катод материалының түрі бойынша ерекшеленеді. Литий-ионды аккумулятордағы зарядты тасымалдаушы оң зарядталған ион литий болып табылады, ол химиялық байланыс жасай отырып, басқа материалдардың кристалды торына (мысалы, графит, тотықтар және металл тұздары) енгізуге (интеркалирлеуге) қабілеті бар.

Сурет 2.15 – Li-ion батареясының сыртқы көрінісі

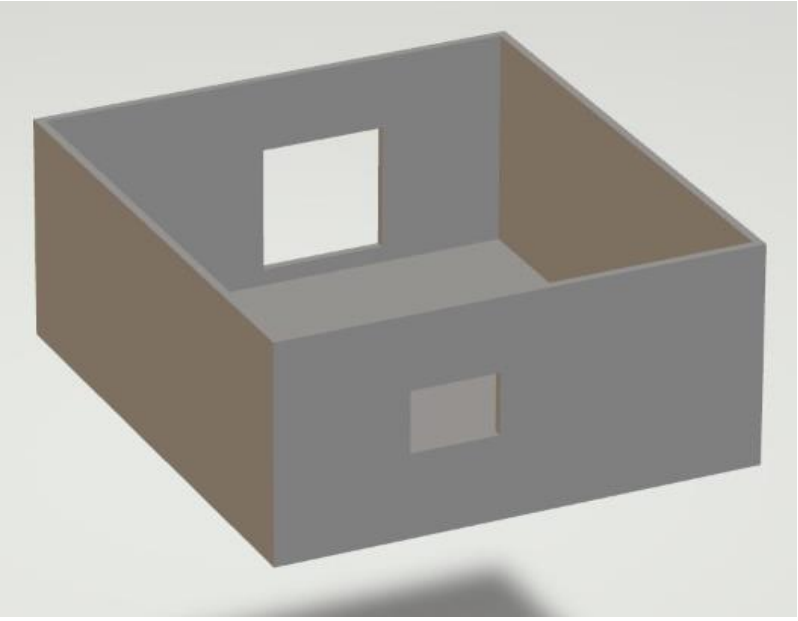
2.4 МР құрастыру барысы

Маниуляциялық роботты құрастыруға қажетті бөлшектерді толығымен сипаттадық, ендігі кезекте осы бөлшектерді бір-бірімен біріктіріп, роботты қолдың конструкциясын құрастырамыз. Алдымен 3D принтердің көмегімен роботты-қолдың негізін шығару қажет. Ғаламтор желісінен қажетті 3D модельді табылады, ол AutoCAD немесе 3D max секілді бағдарламалардың көмегімен ашылады, содан соң принтерге жүктеліп, басып шығарылады. 3D модельді ашуға қолданылған бағдарлама – Compas, ал принтерден дайын бұйымды алу үшін Cura 4.0 бағдарламасының көмегіне жүгінген жөн. Бұл бағдарлама 3D модельді бірнеше қабаттарға бөліп, 3D принтерден шығаруа дайындайды, яғни делдалдық қызмет атқарады. Cura бағдарламасына файл STL форматында енгізіледі, ал шығысында gcode форматындағы файлды пайда болады. Дайын файл флеш-жадыға жүктеліп, оның көмегімен принтерге тасымалданады. Принтерден үстел және соплоның температурасын орнатылады да «СТАРТ» батырмасы арқылы бұйымды басып шығару орындалады.



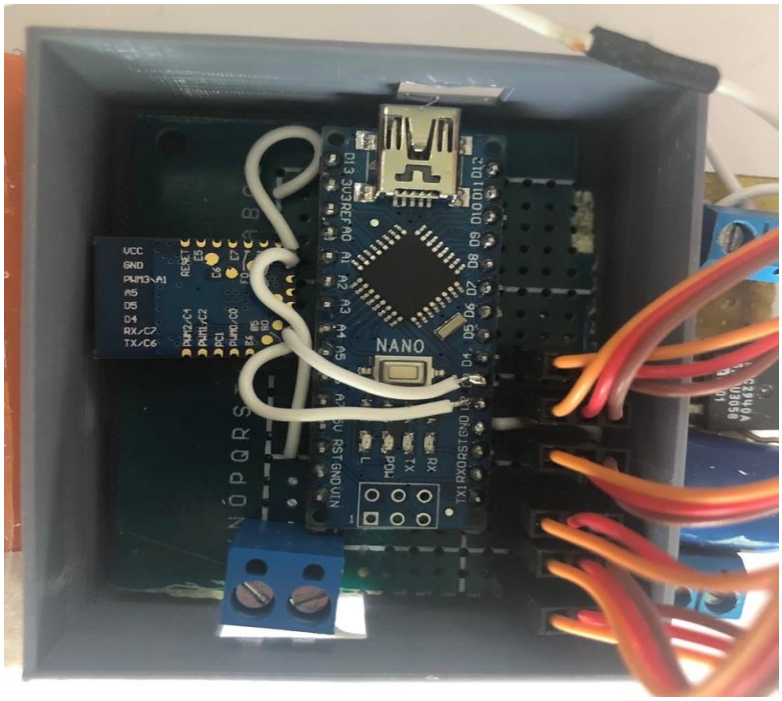
Сурет 2.16 – Роботты қолдың 3D моделі

Ендігі кезекте принтерден алынған бұйым өзара құрастырылады, яғни манипуляциялық робот конструкцияланады. Микроконтроллер мен Bluetooth-модулі орналасатын корпус моделі төменде көрсетілген (Сурет 2.17).



Сурет 2.17 – Корпустың 3D моделі

Контроллер платасына қажетті электротехникалық бөлшектер реті бойынша жалғанады және бағдарламаланады. Олардың жалғануы келесі суретте көрсетілген (Сурет 2.18).



Сурет 2.18 – Микроконтроллер платасының жалғануы

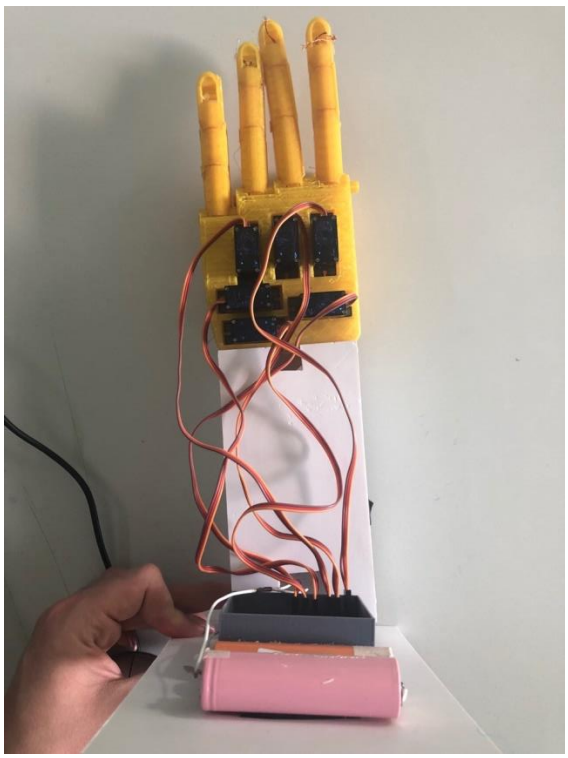
Роботты қолдың әрбір саусағының тұсына сервожетек орналастырылып, саусақ ұзындығы бойымен капронды жіп немесе алюминий сым арқылы байланыстырылады (Сурет 2.19).

Сурет 2.19 – Сервожетектердің орналасуы

Әрбір сервожетек микроконтроллер платасына жалғанады. Микроконтроллердің төменгі жағынан қуат көзін беру үшін li-ion батареялары орналастырылады. Дайын болған адам қолы пішініндегі манипуляциялық роботтың жалпы көрінісі келесі суреттерде көрсетілген.

Сурет 2.20 – МР-тың алдыңғы көрінісі

Сурет 2.21 – МР-тың жанынан көрінісі



Сурет 2.22 – МР-тың артқы көрінісі

Дайын болған адам қолы пішініндегі манипуляциялық робот негізгі 3 команданы орындайды, яғни 3 белгі (жест) көрсете алады. Микроконтроллерге жүктелген бағдарлама листингі А қосымшасында көрсетілген.

3 Техникалық-экономикалық бөлім

3.1 Техникалық-экономикалық негіздеме

Робототехника адамзат өмірінің көптеген саласына белсенді ену жолында. Мысал үшін, роботтар медицинада науқас терісінің аз зақымдалуын талап ететін күрделі операцияларда, ауыл шаруашылығында процессті автоматтандыруда, түрлі зерттеулерде пайдалы қазбаларды қазып алуда кеңінен қолданылады. Мемлекетаралық роботтар Федерациясының мәлімдемесі бойынша – робототехника қазіргі таңда жыл сайын 12%-ға өсіп отыратын жаһандық көпмиллиардты нарық. Өндіріс орнын роботтандыру экономикалық қарқындылықпен келісілген және фирманың экономикасына тікелей әсерін тигізеді. Кәсіпорынды роботтандыруға ақша бөлудің, яғни инвестициялаудың негізгі себептері: өндіріс көлемін арттыру, өнім сапасын арттыру, өндірістік алаңдарды үнемдеу, өндірістің технологиялық икемділігін арттыру, өндірістік шығындарды қысқарту, ағымдылықты қысқарту.

Қазіргі еңбек үнемдеу технологиялары экономиканың барлық саласына енгізілген жаңа өндірістік роботтардың жұмыс орандарының аө санын талап етуіне алып келеді. Жаңа технологияларды қолдану есебінен қызмет көрсету саласындағы жұмыс орындары да анағұрлым өнімді бола түседі.

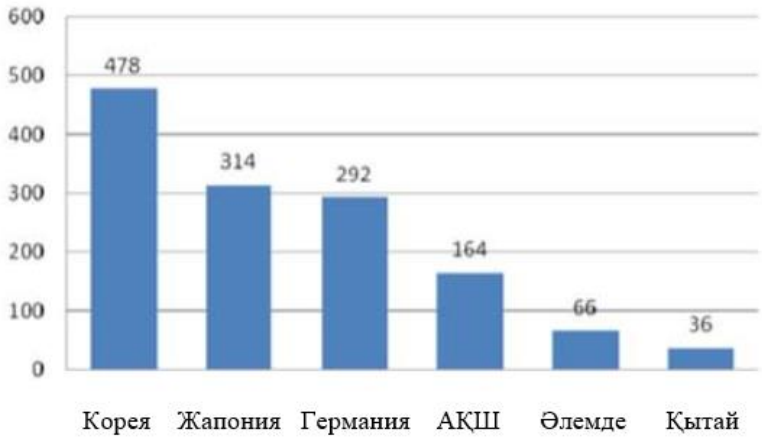
2022 жылға арналған робототехника дамуының негізгі болжамы:

- 2025 жылға қарай робототехниканың әлемдік экономикаға әсері 5270 млрд.;
- 2020 жылға қарай робототехниканың әлемдік нарығы 151 млрд.;
- 2020 жылға қарай өнеркәсіптік роботтардың әлемдік нарығы 75 млрд.;
- 2020 жылға қарай сервистік роботтардың әлемдік нарығы 29 млрд.;
- 2020 жылға қарай ұшқышсыз ұшу аппараттарының әлемдік нарығы 12 млрд.

Робототехниканың дамуы барысында экономика саласында бірқатар күрделі мәселелер де туындайды, мәселен, роботтар офистар, өндіріс орындарында, халыққа қызмет көрсету орталықтарында жұмыс жасайтын болады, яғни олар адамның орнын толықтай баса алады. Осының салдарынан адамдар жұмыссыздыққа ұшырауы мүмкін. Роботтандырудың жұмыссыздыққа тигізетін салдары бойынша мамандардың ойы екі түрлі болжамға келіп тіреледі, оларды қарастыра кетейік (3.1-сурет).

Сурет 3.1 – Робот техникасының жұмыссыздыққа әсері

Роботтарды енгізудегі ең өзекті мәселе – жұмыс орындарының азаюы, яғни елдегі жұмыссыз адамдар санының артуы, ал бұл экономикаға біраз қиындық алып келуі мүмкін. Алдыңғы қатарлы елдердегі роботтандыру деңгейі күннен күнге артып келеді. Роботтардың шамамен әлемдік тығыздығы мынадай: өңдеу өнеркәсібінің 10 000 қызметкерін 66 орнатылған өнеркәсіптік робот алмастыра алады. Автоматтандару деңгейі жоғары дәрежедегі өнеркәсіп орындары Корея, Жапония, Германия мемлекеттерінде. Алдыңғы қатарлы мемлекеттердегі робот техникасының жұмыспен қамтамасыздандыруға тигізетін әсері 3.2-суреттегі диаграммада көрсетілген.



Сурет 3.2 – Алдыңғы қатарлы мемлекеттердегі робот техникасының жұмыспен қамтамасыздандыруға тигізетін әсері

Экономика өнеркәсіптегі әрбір роботтың шығынын (дайындауға кеткен материал, ресурс, т.б.) есептеуге мүмкіндік береді, әрі қарай осы дипломдық жұмыс барысында жасалатын манипуляторлық роботты дәлірек қарастыратын боламыз.

3.2 Манипуляторды құрастыру барысындағы шығындарды талдау

Телебасқарылымы бар адам қолы түріндегі манипуляторды құрастыру кезіндегі роботтың өзіндік бағасын анықтау үшін келесі шығындарды есептеу қажет:

- негізгі қызметкерлердің төлемақысы (яғни жұмысқа тікелей қатысатын қызметкерлер үшін);
- қосымша төлемақы;
- еңбек қорына төлем;
- еңбек қоры төлемінен әлеуметтік салыққа түсетін аударым көлемі;
- амортизациялық аударым;
- материалдарға кеткен шығын;
- сертификаттау мен лицензияға кеткен шығын;
- сатып алушыны іздеу мен жарнамаға кеткен шығын;
- салықтар көлемі (жол, транспорттық және т.б.);
- үстеме шығындар.

Манипуляторды құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығын есептеу 3.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 – Манипуляторды құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығын есептеу

№	Жұмыс мазмұны	Орындаушылар	Ұзақтығы, күн
1	Пәндік облысты зерттеу	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	5 3 3
2	Іздеу роботтың түрлеріне және ең өнімді әдіске анализ жасау	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	2 1 1
3	Таңдалған әдістің өнімділігін есептеу	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	2 1 1
4	Іздеу роботты құрастыру	Бас инженер Инженер-жобалаушы	4 2
5	Арнайы бағдарламаны құрастыру	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы	1 1

6	Құрылғыны сынақтан өткізу	Бас инженер Инженер-бағдарламалаушы Инженер-жобалаушы	4 1 1
Барлығы			33

Жоба бойынша жасалған жұмыстың еңбек сыйымдылығы:
- бас инженерлер – 18 адам/күн;
- инженер-бағдарламалаушылар – 7 адам/күн;
- инженер-жобалаушылар – 8 адам/күн.

3.3 Қызметкерлердің төлемақысын есептеу

Қызметкерлердің негізгі жалақысы келесі (3.1) өрнек бойынша есептеледі:

$$Ж_{нег} = Ж_{орт} * T \quad (3.1)$$

мұндағы, $Ж_{нег}$ – қызметкерлердің негізгі жалақысы (тг.);

$Ж_{орт}$ – қызметкердің бір күнгі орташа жалақысы (тг.);

T – еңбек сыйымдылығы ;

Бас инженер үшін негізгі жалақы құны:

$$Ж_{нег} = 6000 * 18 = 108\,000 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін негізгі жалақы:

$$Ж_{нег} = 5000 * 7 = 35\,000 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін негізгі жалақы:

$$Ж_{нег} = 5000 * 8 = 40\,000 \text{ тг.}$$

Айлық 21 жұмыс күні үшін есептелген. Негізгі жалақы есебі 3.2-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.2 – Негізгі жалақы есебі

Қызметкер	Айлық, тг/ай.	Қызметақы тг/күн.	Еңбек сыйымдылығы, адам/күн.	Сомасы, тг.
Бас инженер	126 000	6000	18	108 000
Инженер-бағдарламалаушы	105 000	5000	7	35 000
Инженер-жобалаушы	105 000	5000	8	40 000
Қызметкерлердің негізгі жалақы $Ж_{нег}$				183 000

Қызметкерлердің демалыс пен ауру кезіне кеткен шығындарды есептеу келесі (3.2) өрнекпен анықталады, яғни қызметкерлердің қосымша жалақысы (негізгі жалақының 10%-ы):

$$Ж_{қос} = 0,1 * Ж_{нег} \quad (3.2)$$

Бас инженер үшін қосымша жалақы:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 108000 = 10800 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін қосымша жалақы:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 35000 = 3500 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін қосымша жалақы:

$$Ж_{қос} = 0,1 * 40000 = 4000 \text{ тг.}$$

3.4 Әлеуметтік аударым есебі

Әлеуметтік салық Қазақстан Республикасының Салық туралы кодексы бойынша еңбекақы қорынан (ЕАҚ) 9,5%-ды құрайды. Ал зейнетақы қорысының (ЗАҚ) төлемі ЕАҚ 10%-ын құрайды. Зейнетақы қорынан әлеуметтік салық алынбайды.

Еңбекақы қорын келесі өрнек арқылы есептеуге болады:

$$ЕАҚ = Ж_{нег} + Ж_{қос} \quad (3.3)$$

мұндағы, $Ж_{нег}$ – негізгі жалақы;

$Ж_{қос}$ – қосымша жалақы;

Бас инженер үшін еңбекақы қоры:

$$ЕАҚ_1 = 108000 + 10800 = 118800 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін еңбекақы қоры:

$$ЕАҚ_2 = 35000 + 3500 = 38500 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін еңбекақы қоры:

$$ЕАҚ_3 = 40000 + 4000 = 44000 \text{ тг.}$$

Еңбекақы қорының жалпы сомасы:

$$\sum ЕАҚ = 118800 + 38500 + 44000 = 201300 \text{ тг.}$$

Зейнетақы қорына (ЗАҚ) аударылым көлемі келесі (3.4) өрнекпен есептеледі:

$$ЗАҚ = ЕАҚ * 0,1 \quad (3.4)$$

мұндағы, ЕАҚ – еңбекақы қоры.

Бас инженер үшін зейнетақы қорына аударылым көлемі:

$$ЗАҚ_1 = 118800 * 0,1 = 11880 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым:

$$ЗАҚ_2 = 38500 * 0,1 = 3850 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым:

$$ЗАҚ_3 = 44000 * 0,1 = 4400 \text{тг.}$$

Зейнетақы қорының жалпы сомасы:

$$\sum ЗАҚ = 11880 + 3850 + 4400 = 20\ 130 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік салыққа аударым көлемін келесі (3.5) өрнекпен анықталады:

$$С_{әлеу} = (ЕАҚ - ЗАҚ) * 0,095 \qquad (3.5)$$

Бас инженер үшін әлеуметтік салыққа аударым:

$$С_{әлеу1} = (118800 - 11880) * 0,095 = 10157 \text{ тг.}$$

Инженер-бағдарламалаушы үшін әлеуметтік салыққа аударым:

$$С_{әлеу2} = (38500 - 3850) * 0,095 = 3292 \text{ тг.}$$

Инженер-жобалаушы үшін зейнетақы қорына аударылым:

$$С_{әлеу3} = (44000 - 4400) * 0,095 = 3762 \text{ тг.}$$

Әлеуметтік аударымдардың жалпы сомасы:

$$\sum С_{әлеу} = 10157 + 3292 + 3762 = 17211 \text{ тг.}$$

Қызметкерлерге байланысты әлеуметтік аударымдар 3.3-кестеде көрсетілген:

Кесте 3.3 – Әлеуметтік аударымдар көлемі

	Еңбекақы қоры, тг.	Зейнетақы қоры, тг.	Әлеуметтік салық, тг.
Бас инженер	118 800	11 880	10 157
Инженер-бағдарламалаушы	38 500	3 850	3 292
Инженер-жобалаушы	44 000	4 400	3 762
Барлығы: $\sum ЕАҚ$, $\sum ЗАҚ$, $\sum С_{әлеу}$	201 300	20 130	17 211

3.5 Материалдарға кеткен шығын көлемін есептеу

Материалдық шығындарға кеткен сомма көлемін келесі (3.6) формуламен анықтауға болады:

$$З_м = \sum P_i \times Ц_i \quad (3.6)$$

мұндағы, P_i – і түрлі материалды ресурсқа кеткен шығын, натурал сандар;

$Ц_i$ – і түрлі материалды ресурстың данасының бағасы, тг;

n – материалдық ресурстар түрлерінің саны;

і – материалдық ресурстың түрі;

Материалдық ресурстарға кеткен шығын 3.4 және 3.5-кестелерде көрсетілген:

Кесте 3.4 – Материалдық ресурстарға және құрастыруға кеткен шығын көлемі

Материалдың атауы	Маркасы	Өлшем бірлігі	Саны	1 дана үшін бағасы, тг.	Соммасы, тг.
3D принтерге арналған пластик	-	Дана	1	5000	5000
Сервожетектер	SG90	Дана	6	800	4800
Микроконтроллер	Arduino Nano	Дана	1	1700	1700
Жалғағыш сымдар	-	Дана	1	500	500
Bluetooth модем	JDY-10	Дана	1	2500	2500
USB кабель	2.0	Дана	1	500	500
Барлығы				11 000	15 000

Кесте 3.5 – Бағдарламалық қамтамасыздандыруға кететін шығындар (В қосымшасы).

Материалдың атауы	Маркасы	Өлшем бірлігі	Саны	1 дана үшін бағасы, тг.	Соммасы, тг.
Ноутбук	DELL Inspiration 5370-7314	Дана	1	310 000	310 000
Тінтуір	Canyon CNE-CMSW02B	Дана	1	1990	1990
Бағдарламалық қамтамасыздандыру	Arduino IDE, Solid Works, Proteus	Дана	1	80 000	80 000
Барлығы				391 990	391 990

Сонымен, қажетті материалдарға кеткен барлық шығындар 406 990 тг құрайды.

3.6 Технологиялық мақсатта электр энергиясына кеткен шығын

Технологиялық мақсатта электр энергиясына кеткен шығын (СЭН) келесі (3.7) формуламен анықталады:

$$C\text{эн}=\Sigma Pi*Ti*Ckr*Kwili=1 \quad (3.7)$$

мұндағы, l – өңдеу үшін қолданылған құрылғының бірлік саны;

P_i – құжат бойынша і-ші құрылғының қуаты, кВт;

T_i – өңдеу жүргізу үшін і-ші құрылғыны қолдану уақыты, сағ;

$C_к$ – электр энергиясының бір кВт-сағ. бағасы, тг;

K_i – і-ші құрылғының қолданған қуатының коэффициенті.

Технологиялық мақсатта электр энергиясына кеткен шығын компьютер үшін:

$$C\text{эн}= 0{,}6 * 120 * 50 * 0{,}7 = 2520.$$

Сәйкесінше, СЭН=2520 тг.

3.7 Үстеме шығындар

Мұрдың жылуы мен қалыңдығы мұрынның жоғалтуына (екі төсек, темір, сөмке, багаж және багаждың бағасы) әкеледі. Табыстың негізгі көзі (70-100% немесе 200- 1000%) шығыстарға, шығындарға, шығындарға, шығындарға, шығындар мен шығыстарға жұмсалады.

Кепілдік құны негізгі шығындардың 70% құрайды. Қалған мәндер:

$$Сү = 183\ 000 * 0{,}7 = 128\ 100 \text{ тг.}$$

3.8 Амортизациялық аударымдар

Амортизациялық аударымдар C_a келесі (3.8) өрнекпен анықталады:

$$C_a = Н \times Ф \quad (3.8)$$

мұндағы, Н – орташа жылдық амортизация нормасы, %;

Ф – құрылғының бастапқы бағасы, тг.

Қазақстан Республикасының салық кодексының 25.12.2017 N 120-VI ЗРК «Салықтар және бюджетке түсетін басқа төлемдер туралы» бөлімі бойынша автокөлік және құрылғылар (II топ) үшін амортизацияның шектік нормасы 25%-ды құрайды.

Ал компьютерлер, бағдарламалық қамтамасыздандыру және ақпаратты өңдейтін құрылғылар (III топ) үшін шектік амортизация нормасы 40 %-ды құрайды.

Бағдарламалық қамтамасыздандыру және ақпаратты өңдейтін құрылғылар үшін амортизациялық аударым көлемі:

$$C_а = 391\,990 \times 0{,}4 = 156\,796 \text{ тг.}$$

Жобаның толықтай бағасы келесі өрнекте көрсетілген:

$$C_{жоба} = 244\,200 + 20878 + 23100 + 216000 + 170\,000 + 400 + 2400 = 762\,978 \text{тг.}$$

Жобаның әр кезеңіндегі шығындар құны 3.6-кестеде көрсетілген:

Кесте 3.6 – Жобаны жасауға кеткен шығындар

Атауы	Сомасы, тг.
Еңбекақы қорының жалпы сомасы	201 300
Әлеуметтік аударымдар	17 211
Материалдық ресурстарға және құрастыруға кеткен шығын	15 000
Бағдарламалық қамтамасыздандыруға кететін шығын	391 990
Үстеме шығындар	128 100
Амортизациялық аударымдар	156 796
Электр энергиясы	2 520
Барлығы	912 917

3.9 Интеллектуалды еңбектің бағасы

Баға – бұл өзіндік құн, таза табыс және НДС қосындысы:

$$Ц = С + П \tag{3.9}$$

мұнда, Ц – баға;

С – өзіндік құн;

П – таза табыс.

Заттың бастапқы бағасын табатын кезде тиімділіктің болжам деңгейін аламыз, бұл жағдайда тиімділіктің байланыс саласы бойынша орташа деңгейін 20 – 40 % аламыз. Оны (3.10) формула арқылы есептейміз:

$$Цп = С \cdot (1 + Р / 100) \tag{3.10}$$

мұнда, Р – тиімділік 20 %; Цп – бастапқы баға.

Қосымша салық бағасы НДС 12 % (2018). Сонымен, (3.12) формула бойынша:

$$Цр = Цп * 1,12 \quad (3.12)$$

$$Цр = 18\ 000 \times 1,12 = 20\ 160 \text{ (тг.)}.$$

Сату бағасын қосымша салық бағасымен (НДС) есептеп, (3.11) формуламен табамыз:

$$Цр = Цп + НДС \quad (3.11)$$

Қосымша баға салығы әрқашан өзгеріп тұруы мүмкін. Сондықтан есептеу мезгілінде олардың көрсеткішін біліп отыру керек. Нарықтық экономика кезінде олардың сату бағасымен ғана (Цр) шектелуге болмайды, нарық көрсеткіштерін қолдануға болады, олар интеллектуалды еңбекке деген қажеттілікке байланысты.

Берілген жоба бойынша қорытындыла келе, іздеу роботтын жинауға жұмсалған материалдық шығындар мен нарықтағы сатылу бағасын толықтай есептедім. Роботтың өзіндік құны 34650 тг құрайды. Бұл робот тиімді және қолжетімді. Нарықтық экономикада тауар сату сату бағасымен шектелмейді, нарықтық бағаларды да қолдануға болады, олар интеллектуалды еңбекке және қажеттілікке байланысты болып келеді.

4 Өміртіршлік қауіпсіздігінің негіздері

4.1 МР қолдану шарттары бойынша жалпы сипаттама

Жоба барысында құрастырылған робот – адам қолы түрінде жасалған телебасқарылымы бар манипулятор. Манипулятордың қозғалмалы бөлшектер мен жетектерден тұратынын ескере отырып, онымен жұмыс жасау кезіндегі адамға әсер етуі мүмкін бірқатар қауіпті әрі зиян факторлар бар. Конструкция құрылымының, атқаратын қызметтерінің, жұмыс атқару органының қозғалыс алгоритмі мен динамикасының ерекшеліктеріне байланысты роботтың спецификалық қасиеттері ескерілуі қажет.

Робот техникасындағы қауіпсіздік техникасы бойынша негізгі нұсқаулықтар:

- компьютер немесе желілік сервердің бағдарламамен қамтамасыз етілуі жоғары деңгейде болуы қажет;
- жұмыс орны үстел үстіне орнатылған компьютері бар жайлы орыннан тұру керек. сонымен қатар қажетті детальдар салынған қорапша мен «құрастыру алаңына» орын бөлу қажет, яғни компьютердің алдында кем дегенде 60х40см бос орын болуы тиіс;
- детальдар салынған қорапшаны ашып-жабу кезінде мұқият болу қажет, кішкентай өлшем мен үшкір бөлшектердің салдарынан олар қауіпті болуы мүмкін;
- компьютерді немесе қорек көзін пайдаланған кезде электр қондырғыларын падалану кезіндегі қауіпсіздік шараларын ұмытпаған жөн.

Бұл жағдайдағы қауіпсіздік шарттары роботты құрастыру, баптау, пайдалану және қызмет көрсету кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі талаптарды қамтиды. Қызмет көрсету және пайдалану процесінде персоналдың қауіпсіздігі қамтамасыз етілуі тиіс. Құрылғының қозғалатын бөлшектері мен электр жетегі бар болғандықтан, электромеханикалық құрылғының жұмысына тікелей байланысты бірқатар зиянды және қауіпті факторлардан адамның қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажеттілігі бар. Кез келген технологиялық жабдыққа тән негізгі қауіптерден басқа (конструкцияның қорғалмаған жылжымалы элементтері, электр тогымен зақымдануы және т.б.) роботтар бірқатар әлеуетті қауіптерге ие:

- бірнеше жылжымалы дәрежеге ие робот-манипулятор жұмыс аймағының кез келген нүктесіне кенет жағдайда орын ауыстыруы мүмкін;
- бағдарламадағы қателіктер немесе микросұлбалардағы қателіктер болған жағдайда, роботтың бағдарламамен анықталатын мінез-құлқы алуан түрлі болуы мүмкін;
- тез қарқында манипуляция жасау күтпеген жағдайларға (роботтың кенет қозғалуы, бағдарламаның ауытқуы, манипулятордың қарқынды қозғалысы) әкеліп соғуы мүмкін.

Роботпен жұмыс жасау кезіндегі негізгі талаптар МЕСТ 12.2.072-98 «Өндірістік роботтар. Роботтандырылған технологиялық кешендер мен

учаскілер. Қауіпсіздіктің жалпы талаптары» және МЕСТ Р 60.0.2.1-2016 «Роботтар және робототехникалық құрылғылар» стандарттарымен анықталған. Стандарттарға сәйкес келесі бірқатар талаптар қойылады: роботтың сигналдық-ескерту бояуы және қауіпсіздік белгілері болуы тиіс; роботтың басқару пульті жұмыс аймағынан тыс жерде орналасуы тиіс, ол жерде роботтың жұмысын бақылау ыңғайлы болуы тиіс; роботтың қармау құрылғысы электрқоректі ажыратқан кезде манипуляциялау объектісін ұстап тұруы тиіс; персонал жұмыс аймағында болған кезде атқарушы құрылғылардың қозғалыс жылдамдығы 0,3 м/с дейін төмендетілуі қажет.

4.2 МР қозғалмалы бөлшектеріне қойылатын талаптар

МР қозғалмалы бөлшектеріне қойылатын талаптар төмендегідей жіктеледі:

1) роботтың және оның жекелеген бөліктерінің конструкциясы олардың құлау, аударылу және өздігінен жылжу мүмкіндігін болдырмауы тиіс;

2) роботтың конструкциясы құрастыру бірліктері мен бөлшектерінің өздігінен әлсіреуін немесе ажыратылуын болдырмауы тиіс;

3) манипулятордың жетегіне қоректендіруді беру кезінде робот жұмыс істейді немесе манипулятордың қозғалысы мүмкін екендігін ескертетін сары түсті көзбен шолу индикаторы жануы тиіс;

4) манипулятордың қозғалысын шектеу үшін механикалық немесе электрондық құралдар көзделуі тиіс. Механикалық тоқтатқыштар болған кезде олар манипулятордың қозғалысын номиналды жүктеме кезінде, ең жоғары жылдамдық және ең жоғары ұшу кезінде тоқтатуды қамтамасыз етуі тиіс;

5) роботтың сыртқы қорғау құрылғыларын қосу үшін әзірленген бір немесе бірнеше қорғаныс функциясы болуы тиіс. Бұл функция роботтың барлық қозғалыстарды тоқтатуы, роботтың жетектеріндегі қоректендіруді ажыратуы немесе бақылауы және кез келген басқа қауіпті бақылауға мүмкіндік беруі тиіс;

6) роботты басқару жүйесі қауіптерді алдын алудың сенімді құралдарымен жабдықталуы тиіс: авариялық тоқтату функциясын активтендіру, электр жетегінің қорегін ажырату, берілген қозғалысты орындау кезінде істен шығу;

7) роботтың басқару органдары оңай қол жетімді болуы тиіс;

8) әрбір қозғалу дәрежесінде шартты белгілер болуы тиіс және робот манипуляторының құлау қаупі туралы ескерту жазбалары көзделуі тиіс.

4.3 Жұмыс орнын жарықтандыру

МР құрастыру кезінде жұмыс орнында табиғи жарық сонымен қатар жасанды жарық көзі болады. Табиғи жарық дегеніміз – табиғи жарық көзінің, яғни тікелей жарық сәулесі мен аспанның диффузиялық сәулелерінің әсерінен

(атмосфераның әсерінен шашыраңқы болған күн сәулесі) пайда болатын жарық. Өндіріс орындарынжа табиғи жарықтың келесі түрлері қолданылады:

- бүйір (терезе);
- жоғарғы (жабынның ар жағындағы жарық шамдары);
- аралас (терезе мен жарық шамдары).

Жасанды жарық – қыздыру шамдары мен газразрядты лампалардың, яғни жасанды жарық көздерінің әсерінен пайда болатын жарық түрі.Табиғи жарық көзі аз болатын ғимараттар табиғи жарықпен қоса жасанды жарықпен жабдықталады. Бұл жағдайда жасанды жарық әрдайым қосылып тұруы немесе ымырт түскен кезде қосылуы мүмкін.

Функционалдық мақсатына байланысты жасанды жарық жұмыстық, авариялық, эвакуациялық, күзеттік және кезекшілік болып бөлінеді.

Қажетті жарық деңгейлері өндірістік операциялардың күрделілігіне, жұмыс орнының жарықтық қасиеттеріне, жарықтандыру жүйесіне, қарастырылып отырған детальға байланысты ҚР ҚНжҚ 23-05-95 «Табиғи және жасанды жарықтандыру» ережелеріне сәйкес нормаланады.

4.4 Зиянды және қауіпті өндірістік факторлар

Жаттығу кезінде бағдарламалық жасақтама компиляторы зиянды (зиянды) және зиянды өндірістік факторларға ұшырауы мүмкін.

Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар төрт топқа бөлінеді: физикалық, химиялық, биологиялық және психофизиологиялық.

Қауіпті және қауіпті физикалық факторлар:

- офистік техниканың бөлігін жылжыту (мысалы, принтердің қақпағы (тасымалдау принтері);
- жұмыс орнының шаң мен газды ластауы;
- офистік техниканың беткі алаңын ұлғайту;
- жұмыс орнының температурасын арттыру немесе азайту;
- жұмыс кезінде шудың артуы;
- жоғары немесе төмен ауа ылғалдылығы;

Әуе қозғалысын көбейту немесе азайту;

- ауа иондалуын арттыру;
- жұмыс орнында иондаушы сәулеленудің артуы;
- статикалық электр энергиясының деңгейі;
- электромагниттік сәулелену деңгейін арттыру;
- табиғи жарық жеткіліксіз немесе жеткіліксіз;
- жұмыс аймағын жеткілікті қамту.

Жалпы улы, тітіркендіргіш, sensitizasiya (аллергиялық ауруларды тудыратын), (ісік өсуін туғызады), канцерогенді, мутагенді (дене қозғалып бара жатқан жасушалар)): адам ағзасындағы химиялық және өндірістің қауіпті факторлардың сипаты мынадай топтарға бөлінеді. химикаттар, озон, кеңсе

mebelində формальдегид (DPI) және басқалар жоғары деңгейдегі тиесілі әкімшілік ғимараттар.

Мысалы, биологиялық қауіпті және қауіпті факторлардың өндірістік mikro (бактериялар, вирустар және т.б.) қызметкер жарақат немесе ауру әсер қамтиды.

Психологиялық факторлар және (т.б. эмоциялық және эмоционалдық стресс, есту, көру,) ескерту жүйке немесе эмоциялық стресс енгізілген.

Қауіпті және қауіпті өндірістік факторлар арасындағы ерекше қатынас бар. Көптеген жағдайларда зиянды себептері баруға көмектеседі. Кеңседегі шамадан тыс ылғалдылық және шаң (зиянды себеп). адамдардан (қауіпті) электр тоғының соғу қаупін арттырады.

Өнеркәсіптік зиянды заттардың өнеркәсіптік қауіптілік деңгейі қауіпсіздік және санитария нормалары бойынша барынша кеңейтіледі.

Үйдің және жиһаздың түстерін көру қабілеті жақсы көңіл-күйге қолайлы орта жасауға көмектесуі керек. Жарық және терезе сияқты жарық көздері экранды бейнелейді және ұзақ уақыт бойы елеулі шаршауды тудырады. Экрандар мен экрандар Windows жүйесін жоғары жарықтығымен қорғау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Windows-дегі қабырға мен еденге арналған суреттер келесі түстермен ұсынылады:

- терезенің оңтүстік жағында - қабырғалары жасыл-көк немесе ашық-көк, жер - жасыл;
- солтүстіктегі терезелер орналасқан - қабырға ашық қызғылт сары немесе қызғылт сары, қабат қызғылт сары;
- терезенің шығыс жағындағы қабырға - қабырғалар сары-жасыл, еден - жасыл немесе қызыл қызғылт;
- Терезенің батысына қарай жылжытыңыз - қабырғалар сары-жасыл немесе көк-жасыл, сары немесе қызғылт-сары-қызғылт сары.

Төбесі: 60 ... 70%, қабырға: 40 ... 50%, жерде: шамамен 30%. Басқа беттер мен жұмыс жиһаздары үшін: 30 ... 40%.

4.5 Жұмыс орнын жарықтандыруға арналған шамдар

Қыздыру шамы – электр тогының жылулық әсеріне негізделген (26-сурет): 2500-2700 С-қа дейін қыздырылған вольфрам жібі жарық ағынын тудырады. Мұндай шамдар қазіргі таңда ең көп қолданылатын шамдарға жатады.

Негізгі артықшылықтары: қуат және кернеу диапазонының ауқымы, желіге қосымша жабдықтарсыз тікелей жалғау мүмкіндігі, желідегі кернеудің номиналды шамасынан ауытқуы кезінде де жұмыс істеу қабілеттілігі, қоршаған орта жағдайына толықтай дердік тәуелсіз (су астында жұмыс жасау мүмкіндігі), шағындылығы.

Кемшіліктері: ПӘК төмен (4%); инфрақызыл сәулелердің шағылуы, шыны бетінде жоғарғы температураның пайда болуы (10-12минут ішінде 250-300С), қызмет ету уақытының аздығы (1000 сағ).

Сурет 4.1 – Қыздыру шамы

Энергия үнемдегіш шам – жарық шығаруы (қуаты мен жарық ағынының қатынасы) қыздыру шамына қарағанда айтарлықтай артық шам түрі (27-сурет). Мұндай шамды қолдану электр энергиясын үнемдеуге көмектеседі. Сонымен қатар қыздыру шамына қарағанда жылу шығару қасиеті айтарлықтай төмен. Энергия үнемдегіш шамның қызмет ету уақыты 6000-12000 сағ, демек қыздыру шамынан 6-15 есе артық. Дәл осы себептен бұл шамдарды көл жетімділігі қиын жерлерге орнату ыңғайлы. Шамның түсін анықтайтын түрлі температураға ие бола алады 2700К – ақшыл жарық, 4200К – күндізгі жарық, 6400К – суық ақшыл түс. Температура артқан сайын жарық түсі қызара түседі, ал төмендеген сайын көк түске жақындайды.

Сурет 4.2 – Энергия үнемдегіш шам

Газ разрядты шамдар – сәулеленуі газдарда немесе металл жұбында электрлік разряд арқылы пайда болатын шамдар (28-сурет). Мұндай сәулелені әсерінен түрлі түсті жарық пайда болады, сәйкесінше жарықтандыру үшін қолайсыз. Бұл кемшілік қаланған түсті алуға септігін тигізетін ұнтақ тәріздес кристаллдарды қолдану арқылы түзетілді. Газ разрядты лампалардың негізгі түрлері төмен қысымды люминесцентті шамдар және ДСЛ (доғалық, сынапты, люминесцентті) типті лампалар.

Люминесцентті шамдардың артықшылығы:

- 76 лм/Вт жететін жоғары жарық қайтарымы (қыздыру шамдарында – 18 лм/Вт);
- 10 000 сағатқа дейін жететін қызмет ету мерзімі;
- түтікшенің бетінің елеусіз температурасы (50°С дейін);
- жарық бетінің аз жарықтығы.

Кемшіліктері:

- қосылу сұлбасының күрделілігі;
- шектеулі бірлік қуаты және осы қуат кезіндегі үлкен өлшемдер;
- шам сипаттамаларының қоршаған ортаның температурасына және қоректендіруші желінің кернеуіне тәуелділігі;
- қызмет ету мерзімінің соңында жарық ағынының едәуір (50% - ға дейін) төмендеуі;

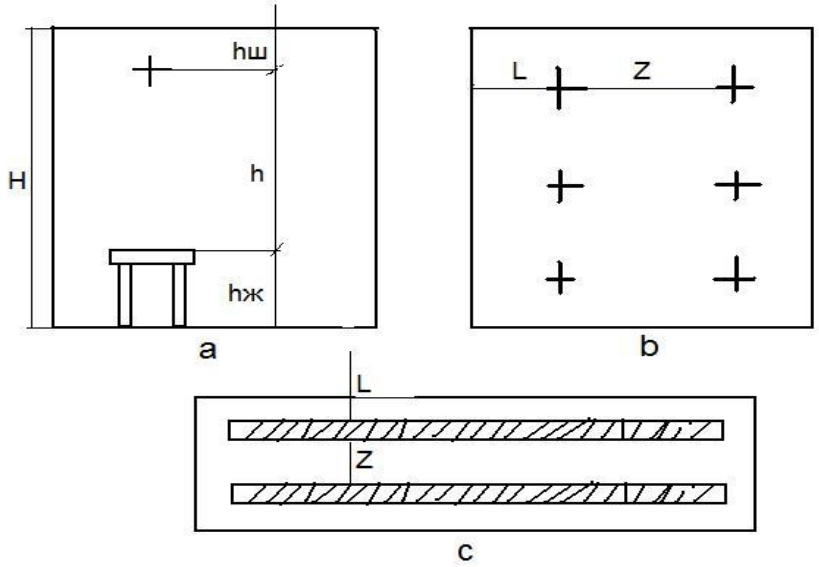
- көз үшін зиянды болатын шамның айнымалы токпен қоректенуі кезінде жарық ағынының пульсациясы.

Сурет 4.3 – Газ разрядты шамдар

4. 6 Жасанды жарық көзін есептеу

Жарықтандыру және төбенің жарық ағынының коэффициенті: = 50%, R = 70%. Флуоресцентті шамдарды 2,5-4 метр биіктікте орнату ұсынылады. Төбенің шамы шаңды азайту үшін төбеден 50 метрге дейін орнатылады. Шам толтырғыштары кемінде 0,7 элементтің шағылысатын сәулеленуінен жасалады. Кәдімгі жарықта бұл еңбегі үшін ең аз жарық сенімді = 300 фунт. Найзағайдың сапасы 15% аспайды.

Ауа-райына байланысты (жауын-шашын, қар, тұман және т.б.), күндізгі жарықтандыру уақытын және ыңғайлы орналасуды жобалау бөлмесінде табиғи жарық жеткіліксіз. Техникалық жағдайларда жарық ағынының шамасы 500 фунт. Келісім коэффициентінің стандартты мәні жоғарыда көрсетілген талаптарға сәйкес келмейді, сондықтан жасуша жасанды жарықпен толықтырылуы тиіс. Зертхана бөлмесіндегі шамның орналасуы 4.4-суретте көрсетілген.



мұндағы, a – бүйір жазықтық бойынша қима; b – астынан көрінісі (накаливания шамы мен ДРЛ); c – астынан көрінісі (люминесцентті шамдар).

Сурет 4.4 – Шамдардың жалпы орналасуы

4.4-суретте көрсетілгендей шамдар келесідей орналасады: H - Ұяшықтың биіктігі, h - Жұмыс кеңістігінен шамның биіктігі, жарықпен немесе люминесцентті шамның арасындағы қашықтықта, l - Сыртқы жарық немесе шамнан қабырғаға дейінгі қашықтық, hh - Төбенің ара қашықтығы, h -

Нүктелік әдіс. Әрбір шамда (4.1) жарық ағыны формула бойынша есептеледі:

$$Ф = 2000*Еу*Кк/\mu*\sum Еу \qquad (4.1)$$

мұндағы, μ – салыстырмалы шамдар әсерінің коэффициенті (1,1÷1,2);

∑Еу – берілген нүктедегі шартты жарықтанудың жалпы сомасы;

Еу – жеке шам.

Алынған жарық ағыны бойынша лампа таңдалынып алынады, оның ағыны келесі диапазонда болады – -10…+20%.

H=3 м, $h_{жұм}$ =0,8, $h_{іліну}$=0,1.

Нормаланған жарықтанудың көру разряды – 1,2-300 лк.

Шамның іліну биіктігі келесі (4.2) формуламен есептеледі:

$$h=H-(h_{жұм}+h_{іліну}) \qquad (4.2)$$

$$h=3-(0,8+0,1)= 2,1 \text{ м}$$

Шамдар арасындағы арақашықтықты (Z) есептейміз:

Ұзындығына қарай келесі (4.3) формуламен анықталады:

$$Zд= \lambda \cdot h, \qquad (4.3)$$

мұндағы, λ =1.2-2.

$$Zд = \lambda \cdot h_1 = 2 \cdot 1.5 = 3 \text{ м},$$

Еніне қарай келесі (4.4) формула бойынша есептеледі:

$$Zш = \lambda \cdot h \qquad (4.4)$$

мұндағы, λ =1.2-2.

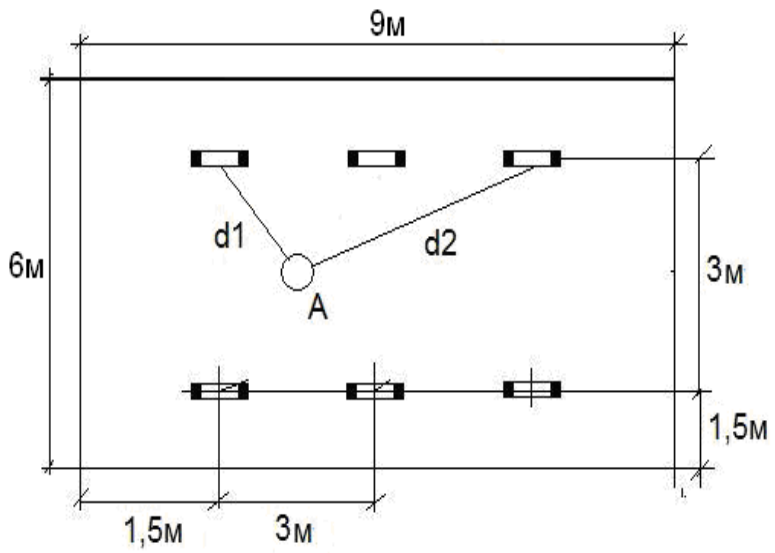
$$Zш = \lambda \cdot h_1 = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ м}.$$

Қабырғадан шамдарға дейінгі арақашықтықты есептейміз:

$$l_A = 0,5 \cdot L_A = l_A \cdot Zд = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ м},$$

$$l_B = 0,5 \cdot L_B = l_B \cdot Zш = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ м},$$

4.5-суретте зертханадағы шамдардың орналасуы мен олардың ара-қашықтығы көрсетілген.



Сурет 4.5 – Зертхана бөлмесіндегі шамдардың орналасу сұлбасы

4.5-суретте А нүктесін белгілейміз. Осы нүкте үшін барлық шамдардың шартты жарықтандыру суммасын аламыз. Шарттың орындалуын тексереміз:

$$E_г \geq E_{норм},$$

мұндағы, $E_г$ мен $E_{норм}$ (4.5) және (4.6) формулалары арқылы есептеледі:

$$E_Г = \Phi \cdot \mu \cdot \frac{\sum_{i=1}^{m} e_Г}{1000 * K_з} \qquad (4.5)$$

$$L_{Гi} = \frac{I_{\alpha_i} \cos^3(\alpha_i)}{h^2} \qquad (4.6)$$

α_i келесі (4.7) өрнекпен табылады:

$$\alpha_i = \mathrm{arctg}(\frac{d_i}{h}), \qquad (4.7)$$

Орталық нүкте мен d_1 шам арасындағы арақашықтық:

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = 2.12\,м,$$

онда, $\mathrm{tg}\ \alpha_1 = \frac{d}{h1} = \frac{2{,}12}{2} = 1.06$, сондықтан ДРЛ-250 үшін Iα =160 кд

$$e_{Г1} = \frac{160 \cdot 0.218}{2^2} = 8.72 \text{ л.к.}$$

$L_{Г2}$ есептейміз:

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{3}{2}+3\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = 4.74\,м$$

$$\mathrm{tg}\ \alpha_2 = \frac{4.74}{2} = 2.37,\ I\alpha_2 = 77 \text{ кд},$$

$$e_{Г2} = \frac{77 \cdot 0{,}0294}{2^2} = 0{,}565 \text{ л.к.},$$

яғни $e_{\sum Г2} = e_{Г2} \times 2 = 0{,}565 \cdot 2 = 1{,}13$

$L_{Г3}$ есептейміз:

$$d_3 = \sqrt{(1.5)^2 + (1{,}5+3)^2} = 4.74\,м$$

$$\alpha_3 = \mathrm{arctg}(\frac{4.74}{2}) = 70{,}4^\circ,\ I\alpha_3 = 95 \text{ кд}$$

$$e_{Г3} = \frac{95 \cdot 0{,}0399}{2^2} = 0{,}947 \text{ л.к..}\ e_{\sum Г3} = e_{Г3} \times 2 = 0{,}947 \cdot 2 = 1{,}894\,л.к$$

$L_{Г4}$ есептейміз:

$$d_4 = \sqrt{(1.5+3)^2 + (1{,}5+3)^2} = 6.36\,м$$

$$\alpha_3 = \mathrm{arctg}(\frac{6.36}{2}) = 76^\circ,\ I\alpha_4 = 45{,}6 \text{ кд}$$

$$e_{Г4} = \frac{45{,}6 \cdot 0{,}0141}{2^2} = 0{,}1607 \text{ л.к.}$$

Шартты жарықтандыру:

$$\sum e_Г = 4*7{,}3 + 2*0{,}3 + 4*0{,}11 + 4*3 = 44{,}24 \text{ л.к.}$$

Жарық ағыны Ф=1450 лм тең лампа таңдап аламыз.

Жарықтандыруды есептейміз:

$$E_p = \frac{1.2 \cdot 1450}{1000 \cdot 1{,}5} \cdot 38.0647 = 44 \text{ л.к.}$$

Көріп тұрғанымыздай шарт орындалды.

Қолдану коэффиценті тәсілі бойынша есептеу.

ҚР ҚНжЕ 2.04.05-2002 рәсіміне сәйкес, жалпы жасанды жарықтандыру рәсімдік нұсқауларға және жеңіл ағындарды қолдануына сәйкес есептеледі. Нысанның 1-5 мм габаритіндегі айырмашылық, көруді көру аумағы бесінші дәлдікпен анықталады, осылайша жалпы жарықтандыру жүйесі экономикалық болып табылады. Басқаша айтқанда, көпіршікті жоғарғы аймақта 54 м 2, 3 м биіктікте бір жарық үшін орналасады.

Осы талапты ескере отырып, инженерлердің жұмыс орнының жалпы талқылануын ұйымдастырамыз. Есептеуді жарық ағымымен есептеп шығарамыз, сондықтан құжаттың шамасында 500 лк болады. Нормалы минималды жарықтандыру келесі формула бойынша анықталады (4.8):

$$E_{\min} = \frac{F_ш n \eta Z}{SK} \tag{4.8}$$

мұнда, $F_ш$ – бір шамның жарық ағыны;

n – бөлмедегі шамдар саны;

$S = \text{A} \times \text{B}$ – жарықтандырылатын бөлменің ауданы;

Z – жарықтандырудың әртүрлілік коэффициенті;

η – жарық ағымының қолдану коэффиценті (жарықтандырылатын бетке түсетін барлық шамдардың жарық ағымының үлесі);

K – қор коэффициенті (шамдардың ластануы немесе ескіруі).

Жазықтық сипатынының шағылу коэффициентіне тәуелділік кестесінен келесі коэфициенттерді анықтаймыз. $\rho т$=70%, $\rho қ$ =50%, $\rho е$ =30%.

Жарық ағымының қолдану коэффициенті жарықтанатын бетке жететін жарық ағымының бөлмедегі толық жарық ағымына қатынасына тең. Бұл қабырға $\rho қ$ мен төбе $\rho т$ (4.9) формуламен есептеледі:

$$\varphi = \frac{\text{A} \times \text{B}}{\text{H}_ж \times \text{A} + \text{B}} \tag{4.9}$$

мұндағы, $H_ж$ – жұмыс беті деңгейінен шамдардың іліну биіктігі (шартты түрде жұмыс беті ретінде еденнен 0,8 м биіктікте орналасқан деп есептеледі).

Жарықтандырудың z әртүрлілік коэффициенті люминесцентті шамдар үшін $z = 0.9$. Қор коэффициенті – К = 1,5.

(4.8) формуласынан келесіні табамыз (4.10):

$$F_ш = \frac{E\min \times S \times \mathrm{K}}{\mathrm{Z} \times \eta}, \qquad (4.9):$$

Жалпыланған жарықтандыру жүйесі үшін шамдар санын анықтаймыз. ЭЕМ бар бөлме үшін жұмыс бетінің деңгейі еденнен 0,8 м биіктікте орналасады. Жұмыс бетінен ілінудің биіктігі – $H_ж = 2,2$.

Бөлме ауданы: $S = A \times B = 9 \times 6 = 54$ $м^2$. Шамдар үшін бір лампаның жарық ағымы $F_ш = 2480$ *лм*.

Бөлме көрсеткіші (4.11) формуламен анықталады:

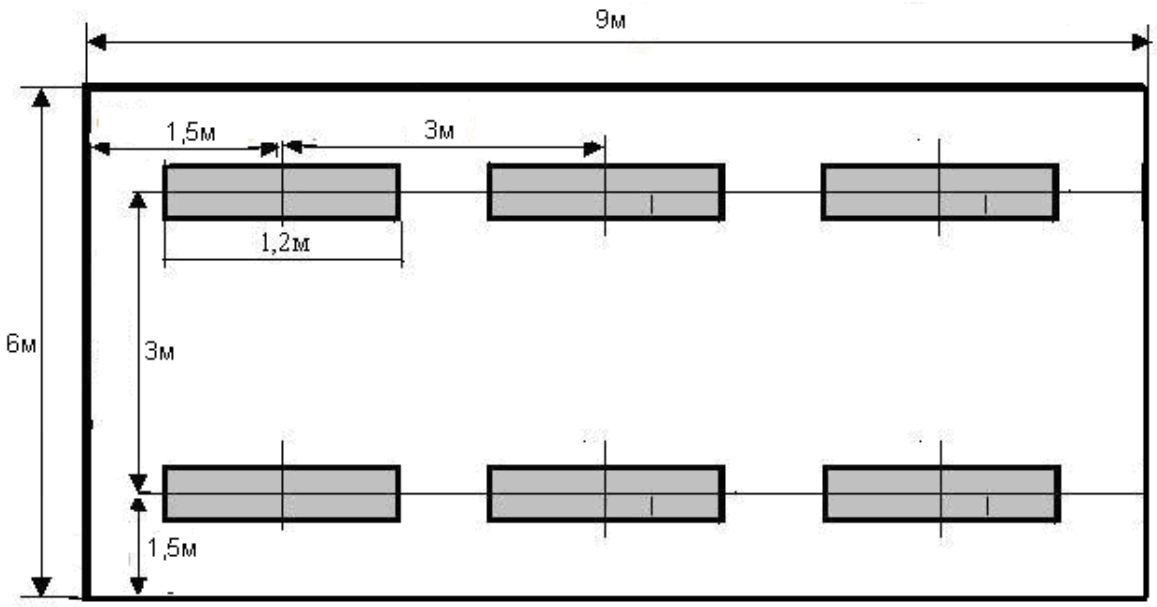
$$P = \frac{(A \times B)}{((H_ж \times (A \times B))} = \frac{(9 \times 6)}{((2,2 \times (9+6))} = 1.63 \qquad (4.11)$$

Керекті шамдар саны келесі (4.12) формуламен анықталады:

$$N = \frac{(E_{\min} \times S \times K)}{(F_ш \times z \times n \times p)} = \frac{(300 \times 54 \times 1,5)}{(2480 \times 0,9 \times 2 \times 0,71)} = 5.6 \approx 6 \quad дана. \qquad (4.12)$$

Шамдағы лампалар саны екіге тең. Лампалардың жалпы саны:

Жалпы шамдардың орналасуы 4.6-суретте көрсетілген.



Сурет 4.6 – Шамдардың жалпы орналасуы

4.6-суретте шамдардың жалпы орналасуы көрсетілген. Мұнда біздің екі жолымызда шам бар, шамның ұзындығы 1,5 метр. Зертхананың ұзындығы 9

метр, ені 6 метр. Бұл жарықтандыру орны бізге ыңғайлы және жақсы жұмыс істейді.

Осылайша, соңғы зерттеуде біз мекен-16 мультиплексорға арналған құрылғыны көріп, SDH технологиясының шамасын талқыладық.Есептеу барысында құрылғы орнатылған бөлмеде жасанды жарықтандыру жүргізілді. Лампалардың түрі мен шамдардың саны анықталып, орнатылды. Лампа саны - 12, шамдар саны - 6. Бөлме ұзындығы 9 м, ені 6 м болғандықтан үш шамнан екі қатар орналастырамыз, ұзындығы бойынша шамдардың арасындағы арақашықтық Z=3м, қабырға мен шам арасындағы қашықтық 1,5 м, ал ені бойынша да шамдардың арасындағы арақашықтық Z=3 м, қабырға мен шам арасындағы қашықтық 1,5 м.

Қорытынды

Дипломдық жұмысты орындау барысында қашықтықтан, яғни Bluetooth-модуль арқылы басқарылатын, адам қолы пішініндегі манипуляциялық робот құрастырылды. Алдымен тақырып өзектілігі қарастырылып, робототехниканың саласының қазіргі замандағы рөлі меңгерілді. Манипуляциялық роботтардың түрлері талданды. Манипулятордың әрбір бөлшектеріне зерттеу жүргізіліп, нақты сипаттама берілді. Басқару жүйесінің дәлдігін бағалау үшін түрлі есептеу жұмыстары жүргізілді. 3D принтер арқылы робот макеті дайындалып, қажетті электротехникалық бөлшектер жалғанды және бағдарламамен қамтамасыз етілді. Нәтижесінде дайын болған манипуляциялық робот Arduino Nano микроконтроллерінің көмегімен басқарылады. Жұмыс барысында AutoCAD, 3D max, Cura 4.0, Compas, т.б. бағдарламалар қолданылды. Дайын болған манипуляциялық робот 3 команданы орындай алады, яғни 3 белгі (жест) көрсете алады. Манипуляциялық роботты дайындауға қажетті барлық негізгі сұлбалар мен суретер рет-ретімен көрсетілген. Дайындалған манипуляциялық робот, үлкен өлшемді қашықтықтан басқарылатын роботтың дайын бір бөлігі (қолы) болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана – 2004. – 480 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры семейства Classic фирмы ATMEL. – М.: Изд. дом «Додэка – XXI», 2006. – 288 с.
3. Макарычев В.П., Половко С.А., Математическое обеспечение системы управления манипуляторов космического корабля «Буран». Робототехника и техническая кибернетика. Сборник научных трудов - СПб: Санкт-Петербургский государственный технический университет, 2008. с. 75-80.
4. Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционныероботы: динамика, управление, оптимизация. М.: Наука,1989. – 368 с.
5. Буканин, В.А. Вопросы обеспечения безопасности в выпускных квалификацион-ных работах:учебное пособие / В.А.Буканин, А.Н.Иванов.- СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014, 80с.
6. Базилов Қ.Б., Алимбаева С.А., Нурмаганбетова С.С. 5В071600 «Аспап жасау» мамандығы бойынша бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. – Алматы: АЭжБУ, 2009.
7. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические измерения. М.: Высшая школа, 2002.
8. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 242 с.
9. Основы метрологии и электрические измерения. Учебное пособие для ВУЗов. Под. ред. Душина Е.М. -Л.: Энергоатомиздат ,1987.
10. Вукобратович М. Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами/ Вукобратович М., Стокич Д., Кирчански Н. – М.: Мир, 1989 г.
11. Экономическая теория: Учебник / под ред. В.Д. Камаева, Е.И. Лобачевой. – М.: Юрайт-Издат, 2010. – 557 с
12. Экономическая теория/ под ред. В.С. Артамонова, С.А. Иванова. ООО Издательство «Питер», 2010
13. Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана/Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 27.01.2012 г
14. Баклошов Н.И. Охрана труда на педприятиях связи и охрана окружающей среды: Оқу құралы/ Москва: Радио и связь, 1989.
15. Колпаков С. Г., Мячиков А. Д. Классификация роботов по использованию, передвижению и компонентам // Молодой ученый. — 2017. — №3. — С. 241-244. — URL https://moluch.ru/archive/137/36438/ (қаралған күн: 04.06.2019).
16. Экономическая теория: Учебное пособие /Под ред. В.И. Видяпина. — М.: ИНФРА – М, 2011. – 714 с

17. Воробьёв Е. И., Попов С. А., Шевелёва Г. И. Механика промышленных роботов. Кн. 1. Кинематика и динамика. — М.: Высшая школа, 1988. — 304 с. Большая советская энциклопедия. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. — 30т. Попов Е. Г., Письменный Г. В. Основы робототехники: Введение в специальность. — М.: Высшая школа, 1990. — 224 с.

18. Пьезодвигатели, возможности и перспективы // SciTecLibrary. URL: http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/466.html (қаралған күн: 20.01.2017). Санников А. Г., Коленова З. В. Информатика в медицинском вузе // Высшее образование в России. — 2001. — № 4. — С. 96–101. Surgical robots: The kindness of strangers // The Economist. URL: http://www.economist.com/blogs/babbage/2012/01/surgic..(қаралған күн: 20.01.2017).

19. Байзакова А. А., Бегимбетова А. С., Дюсебаев М. К., Санатова Т. С., Охрана труда. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – А.: АИЭС, 2004

20. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Выпускная работа бакалавров. Экономический раздел. – А.: АИЭС, 2008. - 20 .

21. Экономическая теория: Учебник / под ред. В.Д. Камаева, Е.И. Лобачевой. – М.: Юрайт-Издат, 2010. – 557 с

Қысқартылған сөздер тізімі

МР – манипуляциялық робот

БЖ – басқару жүйесі

ОЖ – операциялық жүйе

СББ – сандық басқару жүйесі

АББ – аналогты-бағдаламалық басқару

ӨР – өнеркәсіптік робот

АЖ – ақпараттық жады

РТК – робототехникалық кешен

КТМ – кинематиканың тікелей міндеті

ККМ – кинематиканың кері міндеті

АЖ – ақпараттық жады

ТИГ – тірек импульсі генераторы

ОЖҚ – оперативті жаттау құрылғысы

А қосымшасы

Манипуляциялық роботты басқару бағдарамасының листингі

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Servo.h>

SoftwareSerial BTSerial(2, 3); // RX, TX
String input_string = "";

Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;
Servo myservo6;

void setup() {
Serial.begin(9600);
BTSerial.begin(9600);

myservo1.attach(4); // 4 pin 4 sausak
myservo2.attach(5); // 5 pin 5 sausak
myservo3.attach(6); // 6 pin 3 sausak
myservo4.attach(7); // 7 pin 2 sausak
myservo5.attach(8); // 8 pin 1 sausak
myservo6.attach(11); // 11 pin 1 sausak povorot
cc ();
}

void loop() {
while (BTSerial.available() > 0) {
char c = BTSerial.read();
if (c == '\n') {
Serial.print("Input_string is: ");
Serial.println(input_string);
input_string = "";
} else { input_string += c;}
if(input_string=="aa"){
aa();
}
if(input_string=="bb"){
```

```
bb();
}
if(input_string=="cc"){
cc();
}
}
}
void aa(){
cc();
myservo1.write(180); //4
myservo2.write(180); //5
myservo3.write(0); //3
myservo4.write(0); //2
myservo6.write(180);//1p 90-180
delay(1000);
myservo5.write(180); //1 1-ash 180-zhap
}
void bb(){
cc();
Serial.println("fine");
myservo2.write(180); // 5
myservo3.write(180); // 3
myservo4.write(180); // 2
myservo1.write(180); // 4
myservo6.write(130); // 1 povorot
delay(1000);
myservo5.write(180); // 1
}
void cc(){
Serial.println("ccccccc");
myservo1.write(0); //4
myservo2.write(0); //5
myservo3.write(0); //3
myservo4.write(0); //7
myservo5.write(0); //1 1-ash 180-zhap
myservo6.write(180);//1p 90-180
}
```