

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Оңғарбек Дана Жарасқызы

«Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын
программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі,
физика-математика кандидаты,
қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

2022 ж.



«Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын
программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау»
тақырыбына

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған:

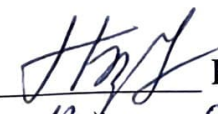
Оңғарбек Дана Жарасқызы

Рецензент

Ғ.Даукеев атындағы АЭЖБУ
АжБ кафедрасының доценті,
PhD докторы

Ғылыми жетекші
АжБ кафедрасының
қауымдастырылған
профессоры,

тех.ғыл.кандидаты, доцент

 Бәзіл Г.Д.
« 13 » 05 2022 ж.

 Бейсембаев А.А.
« ____ » ____ 2022 ж

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы



**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Оңғарбек Дана Жарасқызы

Жобаның тақырыбы: «Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау»

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № « 489-П / Ө »
"24" желтоқсан 2021ж.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім « 16 » мамыр 2022 ж.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім және арнайы бөлім;

Ұсынылған негізгі әдебиеттер тізімі: 1) Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Наука, МГТУ, 2000. – с. 398-400. 2) Юревич Е.И. Основы робототехники. БХВ-Петербург, 2010. – с. 359-361. 3) Brogardth T., Robot Contraol Overview-An Industrial Perspective, Modeling, Identifi cation and Control, vol. 30, no. 3, 2009, p. 166–178.

Дипломдық жобаны даярлау

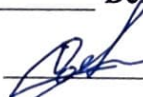
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу Мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	11.02 - 24.02. 2022	
Арнайы бөлім	05.03 - 17.03. 2022	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылауының қолтаңбалары

Бөлімдердің Атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Бейсембаев А.А АжБ кафедрасының қауымдастырылған профессоры, тех.ғыл.кандидаты, доцент	11.05.2022	
Арнайы бөлім	Бейсембаев А.А АжБ кафедрасының қауымдастырылған профессоры, тех.ғыл.кандидаты, доцент	11.05.2022	
Нормалық бақылаушы	Сарсенбаев Н.С. тех.ғыл.кандидаты, ассисент-профессор	11.05.2022	

Ғылыми жетекшісі  Бейсембаев А.А.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Оңғарбек Д.Ж.

Күні «24» маусым 2021 ж

АНДАТПА

Дипломдық жоба логика функцияларын қолданып, қойма мобильды роботының қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау негізгі екі бөлімнен тұрады. Жобаның технологиялық бөлімі мобильді робот туралы мәлімет болды. Арнайы бөлімде мобильді робот қозғалысының математикалық моделі құрылды. Формулалар арқылы мобильді робот қозғалысының блок-схемалары көрсетілді. Есептеу барысында коэффициенттер Ұлттық қосымша бойынша алынды.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект состоит из двух основных разделов: разработка алгоритма и математической модели управления движением мобильного робота склада с использованием функций логики. Технологической частью проекта стала информация о мобильном роботе. В специальном разделе создана математическая модель движения мобильного робота. По формулам были показаны блок-схемы движения мобильного робота. В ходе расчета коэффициенты были получены по национальному приложению.

ANNOTATION

The thesis project consists of two main parts: the development of an algorithm and a mathematical model for programmatically controlling the movement of a warehouse mobile robot using logic functions. The technological part of the project was information about the mobile robot. A mathematical model of the movement of a mobile robot was created in a special section. Through the formulas, flowcharts of the movement of the mobile robot were shown. During the calculation, the coefficients were obtained according to the National supplement.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	10
1.1 Мобильді роботтың сипаттамалары	11
1.1.1 Стационарлықтан мобильдіге уақыт өте келе өзгеруі	11
1.1.2 Мобильді робототехника мен дәстүрлі технология	12
1.2 Мобильді роботтар қоймада қозғалуға қабілетті құрылғылар	12
1.2.1 Мобильді робот түрлері: функциялары	13
1.2.2 Сұрыптау үшін мобильді роботтар	13
1.3 Мобильді роботтардың артықшыдықтары	14
1.4 Мобильді робот қауіпсіздігі және техникалық қызмет көрсету	14
1.5 Мобильді роботтың құны	15
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	
2.1 Қоймадағы роботтандырылған технологиялық кешендегі мобильді роботтың қозғалысын құрастыру схемасын құру	15
2.2 Тікбұрышты цилиндрлер арқылы оның элементтерін жақындату арқылы қоймадағы жабдық пен мобильді роботтың қозғалыс схемасы	18
2.3 Тікбұрышты цилиндрлермен жуықтау кезінде қоймадағы жабдық пен Мобильді роботтың қозғалу алгоритмін жасау	23
ҚОРЫТЫНДЫ	41
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	42

КІРІСПЕ

Мобильді робот - бұл қоршаған кеңістікте қозғалуға қабілетті робот. Мобильді робототехника әдетте робототехника және ақпараттық инженерия бөлімі болып саналады.

Жұмыстың мақсаты: Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау.

Жұмыстың өзектілігі: Қоймадағы кедергілерге жанаспай тауарды сөреге қою.

Жұмыстың міндеті: Тікбұрышты цилиндр ретінде берілген кедергілерге жанаспай қозғалатын қоймадағы МР қозғалысын құру.

Бірінші тарауда қойма мобильді роботына жалпы түсініктеме берілді. Мобильді роботтың құрамдас бөліктері контроллер, сенсорлар, жетектер және қуат жүйесі болып табылады. Контроллер әдетте микропроцессор, енгізілген микроконтроллер немесе дербес компьютер (ДК) болып табылады. Қолданылатын сенсорлар роботтың талаптарына байланысты. Талаптар өлі есептеу, тактильді және жақындықты сезу, триангуляция ауқымын анықтау, соқтығысуды болдырмау, позицияның орналасуы және басқа да арнайы қолданбалар болуы мүмкін. Жетектер әдетте роботты доңғалақпен немесе аяқпен қозғалтатын қозғалтқыштарға сілтеме жасайды. Мобильді роботты қуаттандыру үшін әдетте айнымалы токтың орнына тұрақты ток көзін (батарея болып табылады) пайдаланамыз. Дегенмен, барлық қиындықтарға қарамастан, робототехника саласымен айналысатындар, профессорлардан бастап кәсіпкерлер мен студенттерге дейін ынта-жігерге толы, бұл Microsoft корпорациясының құрылған кезін еске салады, ол жасаушылар жаңа технологияларды дамыту жолдарын іздеп, армандаған компьютерлер барлығына қолжетімді болды. Ал бүгінде робототехниканың даму тенденцияларына талдау жасай отырып, роботтар адамдардың күнделікті өмірінде таптырмас көмекші болатын болашақты елестетуге болады. Бәлкім, адамзат дербес компьютерлер үстелден шығып, объектілерді көруге, естуге, ұстауға және тіпті қашықтықтан басқаруға мүмкіндік беретін жаңа дәуірдің қарсаңында болуы мүмкін.

Екінші тарауда қоймадағы мобильді роботтың қозғалысы математикалық формулалар мен блок-схемалар арқылы сипатталды. Негізгі кедергілер ретінде тікбұрышты цилиндрлер пайдаланылды.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Мобильді роботтың сипаттамалары

Мобильді робот - бұл қоршаған кеңістікте қозғалуға қабілетті робот. Мобильді робототехника әдетте робототехника және ақпараттық инженерия бөлімі болып саналады.

Мобильді роботтардың қоршаған ортада қозғалу мүмкіндігі бар және бір физикалық орынға бекітілмеген. Мобильді роботтар (МР - мобильді робот), бұл олардың физикалық немесе электромеханикалық бағыттау құрылғыларын қажет етпей-ақ бақыланбайтын ортада шарлауға қабілетті екенін білдіреді. Сонымен қатар, мобильді роботтар салыстырмалы түрде басқарылатын кеңістікте алдын ала анықталған навигациялық маршрут бойынша жүруге мүмкіндік беретін бағыттаушы құрылғыларға сене алады. Керісінше, өнеркәсіптік роботтар әдетте азды-көпті стационарлық болып табылады, олар бекітілген бетке бекітілген біріктірілген тұтқадан (көп буынды манипулятор) және қысқыштар жинағынан (немесе соңғы эффектордан) тұрады.

Мобильді роботтар коммерциялық және өнеркәсіптік ортада кеңінен таралған. Ауруханалар көптеген жылдар бойы материалдарды жылжыту үшін автономды мобильді роботтарды пайдаланып келеді. Қоймалар материалдарды қойма сөрелерінен тапсырыстарды орындау аймақтарына тиімді жылжыту үшін мобильді робот жүйелерін орнатты. Мобильді роботтар да қазіргі зерттеулердің негізгі бағыты болып табылады және әрбір ірі университетте мобильді роботтарды зерттеуге бағытталған бір немесе бірнеше зертханалар бар. Мобильді роботтар өнеркәсіптік, әскери және қауіпсіздік салаларында да кездеседі [1].

Мобильді роботтың құрамдас бөліктері контроллер, сенсорлар, жетектер және қуат жүйесі болып табылады. Контроллер әдетте микропроцессор, енгізілген микроконтроллер немесе дербес компьютер (ДК) болып табылады. Қолданылатын сенсорлар роботтың талаптарына байланысты. Талаптар өлі есептеу, тактильді және жақындықты сезу, триангуляция ауқымын анықтау, соқтығысуды болдырмау, позицияның орналасуы және басқа да арнайы қолданбалар болуы мүмкін. Жетектер әдетте роботты доңғалақпен немесе аяқпен қозғалтатын қозғалтқыштарға сілтеме жасайды. Мобильді роботты қуаттандыру үшін әдетте айнымалы токтың орнына тұрақты ток көзін пайдаланамыз.

1.1.1 Стационарлықтан мобильдіге – уақыт өте келе робототехниканың өзгеруі

Көптеген жылдар бойы робототехника саласындағы әзірлемелер ең алдымен өнімділік, қайталану дәлдігі және жылдамдық параметрлеріне назар

аударды. Сонымен қатар, өнеркәсіптік қайта құру процесіне қызмет ететін үлкен маңызы бар қосымша критерийлер бар. Барлық салаларда, әсіресе өндірісте заманауи роботтарға қойылатын негізгі талаптар-бұл икемділік, бейімделу және ең алдымен автономия. Осы факторлар анық көрсеткендей, өнеркәсіптік прогресс пен даму негізінен мобильді робототехника мен автоматтандыру технологияларына байланысты. Бұл үрдістен тек өнеркәсіп секторы ғана пайда көрмейді-робототехникадағы инновациялар болашақта біздің өмірімізге және басқа да көптеген жолдармен әсер етеді [1].

1.1.2 Мобильді робототехника мен дәстүрлі робот технологиясын салыстыру

Олар түбегейлі ұқсастықтарды көрсетсе де, бар жүйелерден шыққан мобильді робототехника классикалық робототехникадан көптеген жағынан ерекшеленеді. Олардың орталық қайта орналасуы мен айырмашылықтарын өнеркәсіптік роботтармен салыстыру арқылы анықтауға болады. Қолданылатын сенсорлық жүйелер өзектілігі мен қолдану аясы бойынша терең трансформация жағдайында. Классикалық роботтар тек алдын ала белгіленген үлгі негізінде жұмыс істейтіндіктен, олар ешқандай операциялық тәуелсіздік көрсетпейді. Олар сенсорларды қажет етпейді, өйткені олардың жұмысында белгісіздік аз. Керісінше, мобильді роботтар негізінен камералар, лазерлік сканерлер, ультрадыбыстық және басқа технологиялар сияқты сенсорлардың кең ауқымына сүйенеді. Дәл осындай компоненттерді қосу арқылы мобильді робот жүйелері өздігінен болатын оқиғаларға жауап бере алады.

Тағы бір қарапайым айырмашылықты роботтарды бағдарламалау тәсілінен табуға болады. Мобильді робототехника рөлдерге негізделген және тапсырмаға бағытталған деп санауға болады, ал өнеркәсіптік роботтар командалардың қатаң тізбегінен тұратын нақты бағдарламалық қамтамасыз ету бағдарламасына сәйкес жұмыс істейді. Мобильді құрылғының өз қозғалыстарын дербес жоспарлау және орындау мүмкіндігі күрделі сенсорлық жүйе мен салыстырмалы түрде еркін бағдарламалаудың үйлесімімен байланысты. Мобильді роботтың қозғалыс тізбегін, демек, жақын ортадағы өзгерістер басшылыққа алады, ал дәстүрлі роботтар, әдетте, бір жұмыс процесін үнемі қайталайды.

Кәдімгі өнеркәсіптік робот қондырғыларының стационарлық сипаты олардың әрқашан ең аз өзгеріске ұшырайтын белгілі кеңістікте жұмыс істейтінін білдіреді. Мобильді роботтардың барлық мәні, алайда, олар қоршаған ортаға сәйкес жұмысын өзгерте алады; автономды құрылғылар ретінде олар өздерінің қабылдау және оқу қабілеттері негізінде жаңа орталарды өз бетінше зерттей алады. Жаңа ақпарат одан әрі өндеуге ұшырайды және сәйкес орталардағы қозғалыстың болашақ реттілігінде ескеріледі. Мобильді роботтардың бағдарламаланған «интеллектісі» оларға оқиғаларға немесе тіпті қателерге

өздігінен әрекет етуге және мүмкіндігінше балама шешімдерді табуға мүмкіндік береді. Дәл осындай проблемалық жағдайларда кәдімгі өнеркәсіптік роботтар жұмысын тоқтатып, қате сигналын шығарады [2].

1.2 Мобильді роботтар қоймада қозғалуға қабілетті құрылғылар

Мобильді роботтар - бұл адамның араласуынсыз тапсырмаларды орындауға және қоймада қозғалуға қабілетті құрылғылар.

Бұл автономды роботтар озық сенсорлармен, AI бағдарламалық жасақтамасымен және қоршаған ортаны түсіндіруге мүмкіндік беретін кондырғының цифрлық орналасуымен жабдықталған. Әдетте, МР құрылғылары жеңіл салмақты жүктермен (қораптар сияқты) қозғалады, бірақ паллеттерді өңдеуге арналғандары да бар.

Сақтау ортасында мобильді роботтар ҚҚЖ (қойманы қадағалау жүйесі) жүйесімен біріктірілген, ол өз кезегінде ҚБЖ (қойманы басқару жүйесі) байланысқан. Осы бағдарламалық жасақтама қолданбаларының көмегімен МР тауарларды жылжыту, кез келген кедергілерді анықтау және айналып өту кезінде оңтайлы бағыттарды ұстанады.

1.2.1 Мобильді робот түрлері: функциялары

Мобильді роботтардың әртүрлі түрлері орнату кезінде орындайтын тапсырмалары бойынша жіктеледі.

Нысанда қолданылатын таңдау әдісінің түрі МР қандай тапсырмаларды жеңілдететінін анықтайды:

Адамнан өнімді таңдауға арналған МР: мобильді робот операторды автономды түрде алып жүретін арба ретінде қызмет етеді. Жұмысшы сөрелерден өнімдерді таңдауға және оларды роботқа салуға жауапты. Бұл процесс аяқталғаннан кейін мобильді роботтың өзі тауарларды біріктіру және орау аймағына апарады. Бұл оператордың теру аймағынан кету қажеттілігін жояды.

Өнімнен адамға арналған МР құрылғылары: роботтың бұл түрі өнімі бар бүкіл сөрелі көтеріп, оны таңдау станциясына жылжыта алады. Осылайша, МР сөрелерді оператор жылжытпай-ақ тапсырыстарды дайындай алатындай етіп орналастырады. Жұмысшы жұмысын аяқтағаннан кейін робот сөрелі орнына қайтарып, келесі тапсырманы орындауға кіріседі [2].

1.2.2 Сұрыптау үшін мобильді роботтар

Сұрыптауға арналған МР құрылғыларында бумаларды сұрыптауға және оларды тиісті шығыс жолға орналастыруға мүмкіндік беретін жатқызылатын

науа және штрих-код оқу құралы бар. Таңдау станциясында оператор пакеттерді роботқа салады, ол өз кезегінде затбелгіні сканерлейді, ақпаратты өңдейді және сәлемдемелерді жөнелту аймағына әкеледі.

Сұрыптауға арналған роботтың тағы бір түрі - мезонинде жұмыс істейтін робот. Оның жоғарғы деңгейден келетін тауарларға арналған кіру арналары және жөнелту аймағына апаратын шығу пандусы бар. Жұмысшылар пакеттерді роботтарға орналастырады, олар келіп түсетін өнімді қабылдайды, оларды сұрыптайды және тиісті шығуға апарды [2].

1.3 МР артықшылықтары

Қоймадағы мобильді роботтардың үш негізгі артықшылығы:

Икемділік және жылдам іске асыру: бұл машиналар жүруі керек бағыттарды алдын ала анықтау қажет емес болғандықтан, орналастыру кезеңі айтарлықтай қысқарады. Робот AI және машиналық оқытуды қолдану арқылы «шешім қабылдауға» және айналасындағы ақпаратқа негізделген өзгерістерге бейімделуге қабілетті. Мысалы, ол сөре (тұрақты кедергі) мен жүк көтергішті (уақытша кедергі) ажырата алады, сәйкес әрекет етеді.

Дәлдік: навигациялық технологиядағы жетістіктер, роботты көру және сенсорлар тапсырмаларды орындау кезінде роботтардың қауіпсіздігі мен ептілігін арттырады.

Қосылу мүмкіндігі: мобильді роботтар орнатудағы басқа операциялық жүйелермен біріктірілген. Бұл 5G технологиясын біртіндеп енгізу арқылы нығайтылады. Бұл роботтар, осылайша, олардың жұмысын жетілдіре алады және олар сақтау орнында орын алатын логистикалық операциялар туралы қосымша деректер көзі болып табылады [3].

1.4 МР қауіпсіздігі және техникалық қызмет көрсету

АҚШ-та мобильді роботтардың қауіпсіз жұмысына арналған нұсқаулықтар ANSI/ITSDF B56.5-2012 жүргізушісіз, автоматты басқарылатын өнеркәсіптік көліктер мен басқарылатын өнеркәсіптік көліктердің автоматтандырылған функцияларына арналған қауіпсіздік стандарты және ANSI/RIA R15.06-2012 өнеркәсіптік роботтар және өнеркәсіптік роботтар болып табылады. Робот жүйелері – Қауіпсіздік талаптары.

Осыған қарамастан, ISO (Халықаралық стандарттау ұйымы) 2020 жылы жарияланған осы технология үшін арнайы халықаралық қауіпсіздік стандарты болып табылатын жаңа ISO 3691-4 стандартын жасады.

Қалған автоматтандырылған жүйелер сияқты техникалық қызмет көрсетуге қатысты, қоймаларға өндірістік профилактикалық қызмет көрсету жоспарларына МР енгізу қажет болады. Бұл мағынада, көптеген жағдайларда, МР жеткізушілері туындаған оқиғаларды шешетін немесе компания техниктеріне арнайы оқытуды қамтамасыз ететін адамдар болады, осылайша олар мұны істей алады.

1.5 Мобильді роботтардың құны

Жаңа технология өсіп келе жатқандықтан, мобильді роботтардың құны дәстүрлі автоматтандырылған жүйелерден кем емес. Қалай болғанда да, соңғы бірнеше жылда өнеркәсіптік робототехника секторы ARK Investment Management деректеріне сүйене отырып, технологияның дамуы мен ауқымды үнемдеу салдарынан бағаның күрт төмендеуін бастан кешіруде.

Кез келген жағдайда, бұл жүйе сақтау орнына үлкен өзгерістер енгізуді қажет етпейтіндіктен, әртүрлі келісім-шарт нұсқалары бар. Автономды роботтарды сатып алуға немесе баламалы түрде RaaS (Robotics as a Service) модальділігі деп аталатын оларды пайдалану лицензиясын төлеуге болады. Бұл автономды мобильді роботтармен жобаны жүзеге асыру кезінде бизнес үшін көптеген мүмкіндіктер ашады [5].

2 Арнайы бөлім

2.1 Қоймадағы роботтандырылған технологиялық кешендегі мобильді роботтың қозғалысын құрастыру схемасын құру

Кедергілерге қатысты МР қозғалысы кедергілермен соқтығыспайтын траекторияларды анықтаудан тұрады. Кедергілердің өзін екі үлкен топқа бөлуге болады, бұл стационарлық кедергілер - қозғалмайтын, мысалы, қойма роботында, тіректер, жетектер және т.б. Кедергілердің екінші тобына стационарлы емес кедергілер жатады, мысалы, басқа МР.

Әрі қарай, қызмет көрсетілетін жабдыққа жақындағаннан кейін, негізгі технологиялық жабдыктан басқа, осы технологиялық операцияны орындау үшін роботты бейімдеу үшін қажет қосымша көмекші жабдықтар қажет, жұмыс органы немесе басқа технологиялық жабдықтың манипуляциясымен байланысты i - ші операцияның траекториясын анықтау қажет. Біз әр кедергіні геометриялық объект түрінде ұсынамыз, оны R - функциясының математикалық аппаратын қолдана отырып сипаттауға болады.

Қойма РТК, МР, МР – дың жұмыс кеңістігі (ЖК) , қойма жабдығы (ҚЖ) элементтерін геометриялық объектілер түрінде ұсынамыз. Әр геометриялық объект - жабық геометриялық кеңістіктік фигура. Бұл жағдайда геометриялық нысанды келесі логикалық функция ретінде сипаттауға болады.

$$F_{\text{го}}(D_k(x, y, z) \geq 0) = 1, \quad (2.1)$$

мұндағы, $D_k(x, y, z) \geq 0$ ($k=1,2,\dots,r$), k – сыртқы бетті анықтайтын немесе жуықтап тұратын қарапайым теңсіздікпен сипатталатын элементар бетпен шектелген кеңістік бөлігі. геометриялық объектінің шекарасы,

r – геометриялық объектіні шектейтін элементар беттердің саны.

(2.1) логикалық өрнекті келесі түрде алуға болады:

1) геометриялық объектінің шекарасын сипаттайтын немесе жақындататын элементар беттер анықталады. Бұған геометриялық нысанды сипаттайтын функцияның логикалық қалыптасуына арналған қосымша көмекші беттер де кіреді. Бұл беттерді $D_k(x, y, z) \geq 0$ түріндегі элементар теңсіздіктер арқылы анықтауға болады;

2) логикалық түрде геометриялық кескіннің, сондай-ақ шекаралық және көмекші беттердің негізінде құрылған логикалық функция құрастырылады:

$$D_1 L D_2 L \dots L D_n = 1 \quad (2.2)$$

мұндағы n – геометриялық объектінің шекарасына жуықтайтын беттер саны,

L – логикалық операцияның белгісі (конъюнкция, дизъюнкция немесе терістеу),

$D_i, (i = 1, 2, \dots, n)$ келесі өрнекпен анықталған логикалық айнымалы:

$$D_i = \begin{cases} 1, D_i(x, y, z) \geq 0, \\ 0, \text{немесе;} \end{cases}$$

3) алынған логикалық функция (1.2) негізінде R құрастырылады – берілген геометриялық объектіні сипаттайтын функция:

$$(D_1(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_n(x, y, z) \geq 0) = 1, \quad (2.3)$$

мұндағы L^r логикалық операцияның белгісі R – конъюнкция, R – дизъюнкция немесе R – терістеу.

Осылайша, біршама күрделі геометриялық объектілерді логикалық өрнектер түрінде сипаттауға болады [12].

Қойма жабдықтарын геометриялық объект ретінде сипаттаймыз (2.3) логикалық өрнек түрінде:

$$(D_1^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_n^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) = 1, \quad (2.4)$$

Мұндағы, $D_i^{KЖ}(x, y, z) \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, n$) – геометриялық объект ретінде технологиялық жабдықтың шекарасына жуықтайтын элементар бетті сипаттайтын i -ші теңсіздік,

n – элементар беттердің саны.

Көмекші қойма жабдықтарын геометриялық объект ретінде (2.3) логикалық өрнек түрінде сипаттаймыз:

$$(D_1^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_m^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) = 1, \quad (2.5)$$

Мұндағы $D_i^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, m$) – i – геометриялық объект ретінде көмекші жабдықтың шекарасына жуықтайтын элементар бетті сипаттайтын теңсіздік,

m – элементар беттердің саны.

МР – ты геометриялық объект ретінде (2.3) логикалық өрнек түрінде сипаттайық:

$$(D_1^{MP}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{MP}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_p^{MP}(x, y, z) \geq 0) = 1 \quad (2.6)$$

Мұндағы, $D_i^{MP}(x, y, z) \geq 0$ ($i=1, 2, \dots, p$) – i – геометриялық объект ретінде МР шекарасына жуықтайтын элементар бетті сипаттайтын теңсіздік,

p – элементар беттердің саны.

ҚЖ мен роботқа (2.3) қызмет көрсету үшін қажетті қосымша кеңістікті логикалық өрнек түрінде сипаттаймыз:

$$(D_1^{KK}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KK}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_p^{KK}(x, y, z) \geq 0) = 1 \quad (2.7)$$

Мұндағы, $D_i^{KK}(x, y, z) \geq 0$ ($i=1,2,\dots,s$) – i – геометриялық объект ретінде қосымша кеңістіктің шекарасына жуықтайтын элементар бетті сипаттайтын теңсіздік.

s – элементар беттердің саны.

Қоймадағы РТК элементтерінің өзара соқтығыспау жағдайын ҚЖ, қосымша беттер және МР сипаттайтын геометриялық объектілердің өзара қиылыспау шартымен ауыстыруға болады. Есепке алу негізінде (2.4) - (2.7), бұл шарт келесі логикалық өрнек түрінде ұсынылуы мүмкін [12]:

$$\begin{aligned} & \left((D_1^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_n^{KЖ}(x, y, z) \geq 0) = 1 \right) \Lambda_1 \\ & \left((D_1^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_m^{KKЖ}(x, y, z) \geq 0) = 1 \right) \Lambda_1 \\ & \left((D_1^{MP}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{MP}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_p^{MP}(x, y, z) \geq 0) = 1, \right) \Lambda_1 \\ & \left((D_1^{KK}(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2^{KK}(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_s^{KK}(x, y, z) \geq 0) = 1 \right) = 0, \quad (2.8) \end{aligned}$$

Барлық қажетті позициялау нүктелерінің мүшелік шартын, ұстағыштың қозғалыс траекториясын немесе МР ЖК ескере отырып, біз келесі түрде жазамыз:

$$\begin{aligned} & \forall A_j(x_j, y_j, z_j), j = 1, 2, \dots, m, \\ & (D_1(x, y, z) \geq 0) L^r (D_2(x, y, z) \geq 0) L^r \dots L^r (D_k(x, y, z) \geq 0) = 1. \quad (2.9) \end{aligned}$$

Мұндағы, $D_k(x, y, z) \geq 0$ ($k=1,2,\dots,r$), k – қарапайым теңсіздікпен сипатталатын элементар бетпен шектелген кеңістік бөлігі. Немесе шекарасына жақындайды,

r – элементар беттердің саны.

Орналасу схемасының құрастырылған нұсқасының тиімділігін МР (S_{MP}) алып жатқан өндірістік ауданы бойынша бағалауға болады. Содан кейін оңтайландыру критерийі ретінде қойма МР құрастыру кезінде нысанның объективті функциясын құруға болады:

$$S_{MP} \rightarrow \min. \quad (2.10)$$

(2.8) және (2.9) шектеулеріне байланысты (2.10) оңтайландыру есебі ретінде қойма МР құру мәселесін көрсетейік. Шектеу шартының (2.8)

орындалуын жүзеге асыру қиын болғандықтан, бұл тұжырымда қойма МР құру алгоритмдерін жасау қиын міндет болып табылады [8].

Бұл есептің оптималды кесу мәселесінен айырмашылығы - форманың (2.8) қосымша логикалық шектеуі бар. Өндірістік процестерді роботтандыру кезінде екі міндетті ажырату керек: жұмыс істеп тұрған өндірістерді роботтандыру және жаңадан құрылған өндірістерді роботтандыру. Жаңадан құрылған өндірістерді роботтандыруда МР құру міндеті орналасу схемаларының әртүрлі құрылымдарын өзгерту мүмкіндігіне ие. Қолданыстағы өндірістерді роботтандыру кезінде ҚЖ-ның салыстырмалы жағдайы алдын ала анықталады және қойма МР құру міндеті роботты өндіріс процесіне максималды түрде байланыстыру болып табылады. Әрі қарай, біз жұмыс істеп тұрған өндіріс орындарының қойма МР құру мәселесін қарастырамыз. Дегенмен, алынған нәтижелерді жаңадан құрылған өндірістердің қойма МР құру үшін де пайдалануға болады.

Жұмыс істеп тұрған өндірістерді роботтандыру жағдайында ҚЖ орналастыру алдын ала белгіленген және робот негізінің жабдықпен соқтығысу фактілерін болдырмайтындай және жұмыс кеңістігін ұстап қалудың қажетті нүктелерін немесе роботтың жұмыс органын қамту шартын орындайтындай етіп МР орналастыру талап етіледі [7].

2.2 Тікбұрышты цилиндрлер арқылы оның элементтерін жақындату арқылы роботты технологиялық кешеннің орналасу схемасын салу

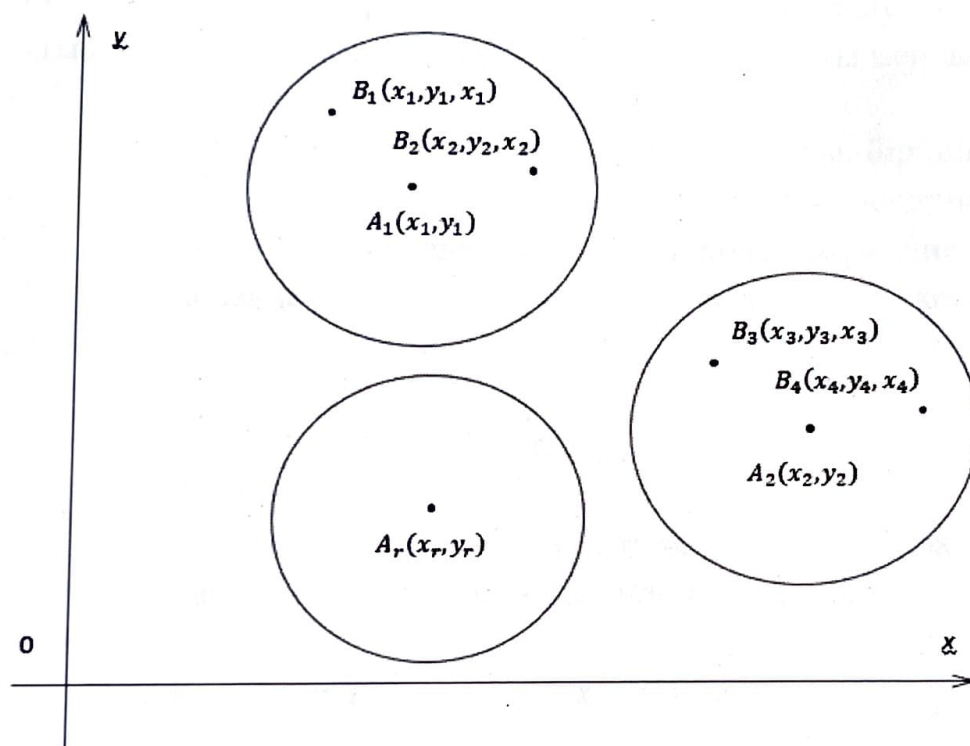
Мәселені жеңілдету үшін біз ҚЖ-ны өндіріс аймағына перпендикуляр орналасқан цилиндрлер арқылы жақындатамыз. Содан кейін әрбір цилиндрдің өндіріс аймағына проекциясы R_i , $i = \overline{1, m}$, радиусы шеңбер болады, мұндағы m - технологиялық және көмекші жабдық бірліктерінің саны. Радиусы R_r цилиндр арқылы МР жуықтап алайық.

Жұмыс органының қажетті орналасу нүктелері әрбір ҚЖ қондырғысына бекітілген. ҚЖ салыстырмалы орны берілген технологиялық тізбекпен анықталады. ҚЖ-ның берілген салыстырмалы жағдайын өзгертуге, әдетте, жол берілмейді.

ҚЖ салыстырмалы орнын орнату үшін біз өндіріс аймағына ерікті координаттар жүйесін байланыстырамыз. Әрбір ҚЖ қондырғысының орны цилиндр центрінің координаталарымен, $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$, нүктелерімен белгіленеді, мұндағы m - қолданылатын жабдық бірліктерінің саны. МР орналасуы, біз цилиндрдің $A_r(x_r, y_r)$ центрінің координаталарын орнатамыз.

Әрбір ҚЖ бірлігіне біз МР $B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$ жұмыс органының қажетті орналасу нүктелерінің координаталарын байланыстырамыз, мұндағы s - қажетті сан қысқаштың орналасу нүктелері немесе МР жұмыс органы [13].

Цилиндр центрінің координатасы, $A_r(x_r, y_r)$. нүктесі арқылы МР жуықтайтын цилиндрдің бастапқы орнын белгілейік. Содан кейін ҚЖ және МР бастапқы орналасуын 2.1 - сурет түрінде көрсетуге болады. Бұл кезеңде МР элементтеріне техникалық қызмет көрсетуді орындау және МР жұмысын басқару үшін қажетті қосымша кеңістіктерді көрсету қажет емес, өйткені мұнда тек МР орналасу диаграммасының шамамен алынған үлгісі қарастырылады.



2.1 Сурет - Қоймалық көмекші құрал-жабдықтардың және МР-дың өзара орналасуы

ҚЖ және МР өзара орналасуын анықтауды оңтайландыру міндеті түрінде ұсынамыз. Өндіріс технологиясының талаптарымен анықталатын ҚЖ-ның өзара орналасуы берілсін. Жабдықты орналастыру жағдайын және өндірістік бөлмеде жұмыс істеуді және оларды цилиндрлермен жуықтауды ескере отырып, оңтайландыру мәселесі $OXYZ$ координаттар жазықтығында шешіледі [6].

МР алып жатқан өндірістік ауданды (2.10) азайту міндетін ҚЖ және т. б. арасындағы қашықтықты азайту міндеті ретінде ұсынамыз:

$$\sum_{i=1}^m (x_r - x_i)^2 + (y_r - y_i)^2 \rightarrow 0, \quad (2.11)$$

шектеулер кезінде:

$$\forall i = \overline{1, m}: (x_r - x_i)^2 + (y_r - y_i)^2 - R_i - R_r \geq 0, \quad (2.12)$$

$$\forall j = \overline{1, s}: L(D_k(x_j, y_j, z_j) \geq 0) = 1, \quad (2.13)$$

Шектеу (2.12) МР пен жабдықты жақындататын цилиндрлердің өзара қиылыспауының шарты болып табылады. Шектеу (2.13) МР жұмыс органының барлық талап етілетін позициялау нүктелерін қамту шарты болып табылады.

Мақсатты функцияның минимумы белгілі және ол $\sum_1^r R_i + R_r$ мәніне тең. Сондықтан мақсатты функцияның мәні нөлге емес, $\sum_1^r R_i + R_r$ минимумына ұмтылады.

Осы міндетті шешу үшін (2.11), шектеулерді орындау кезінде (2.12), (2.13) мақсатты функцияның оңтайлы іздеу қадамының бағыты мен шамасын анықтау қажет [7].

Іздеу бағытын бірнеше жолмен анықтауға болады. Бірінші әдіс бойынша, біз бастапқыда $OXYZ$ өндірістік алаңымен байланысты координаттар жүйесінен $O'X'Y'Z'$ қоймалық МР байланысқан координаттар жүйесіне көшеміз, содан кейін ҚЖ-ын жақындататын цилиндрлер орталықтарының координаттары тең болады.

$$\forall i = \overline{1, m}: x'_i = x_i - x_r, y'_i = y_i - y_r, \quad (2.14)$$

Ал МР жұмыс органының қажетті позициялау нүктелерінің координаттары, жаңа координаттар жүйесінде тең болады

$$\forall j = \overline{1, s}: x'_j = x_j - x_r, y'_j = y_j - y_r, z'_j = z_j. \quad (2.15)$$

Әрі қарай, координаттардың жаңа басын ҚЖ-қа жуықтап, цилиндрлердің орталықтарын анықтайтын нүктелермен (2.14) байланыстырамыз.

Келесі қадам координаталар басын цилиндрлердің центрлерімен байланыстыратын түзулердің көлбеу бұрыштарын есептеу болып табылады:

$$\varphi_i = \arctg \frac{y'_i}{x'_i}. \quad (2.16)$$

(2.12), (2.13) шектеулерінде (2.11) есептің оптимумын іздеу бағытын барлық φ_i (.16) бұрыштарының арифметикалық ортасы ретінде анықтайық:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}. \quad (2.17)$$

Δ экстремумын іздеудің қадам өлшемі R_i , $i = \overline{1, m}$ цилиндрлердің радиусының ұзындығынан аспауы керек.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, (2.11), (2.12), (2.13) шектеулеріндегі есепті шешу алгоритмі келесі форманы алады [14].

БАСТАУ.

0 - қадам. Бастапқы мәндерді енгізу:

$A_r(x_r, y_r)$, R_r - жуықтаушы МР цилиндрінің центрі мен радиусының координаталары,

$A_i(x_i, y_i)$, R_i , $i = \overline{1, m}$ - ҚЖ цилиндрлердің центрлері мен радиустарының координаттарын жуықтайды.

$B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$, - ұстағыштың немесе МР жұмыс денесінің қажетгі орналасу нүктелері.

$(R_1(x, y, z) \geq 0)L^R(R_2(x, y, z) \geq 0)L^R \dots L^R(R_n(x, y, z) \geq 0) = 1$, МР сипаттайтын логикалық өрнек,

Δ - шешімді іздеу қадамы.

$F = \infty$ оңтайландыру критерийінің бастапқы мәні.

Қадам 1. $i=1$.

Қадам 2. $\varphi_i = \arctg \frac{y_i'}{x_i'}$.

Қадам 3. $i=i+1$.

Қадам 4. Егер $i \leq m$, содан кейін 2-қадамға өтіңіз, әйтпесе 5-қадамға өтіңіз.

Қадам 5. $\varphi = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}$.

Қадам 6. $x_r = x_r + \Delta \cos \varphi$, $y_r = y_r + \Delta \sin \varphi$

Қадам 7. $i=1$.

Қадам 8. $x_i = x_i - x_r$, $y_i = y_i - y_r$

Қадам 9. $i=i+1$.

Қадам 10. Егер $i \leq m$, содан кейін 8-қадамға өтіңіз, әйтпесе 11-қадамға өтіңіз.

Қадам 11. $j=1$.

Қадам 12. $x_j = x_j - x_r$, $y_j = y_j - y_r$, $z_j = z_j$.

Қадам 13. $j=j+1$.

Қадам 14. Егер $j \leq s$, содан кейін 12-қадамға өтіңіз, әйтпесе 15-қадамға өтіңіз.

Қадам 15. $i=1$.

Қадам 16. Егер $x_i^2 + y_i^2 - R_i - R_r \geq 0$, то $L_i = 1$, әйтпесе $L_i = 0$.

Қадам 17. $i=i+1$.

Қадам 18. Егер $i \leq m$, содан кейін 16-қадамға өтіңіз, әйтпесе 19-қадамға өтіңіз.

Қадам 19. Егер $L_1 \cap L_2 \cap \dots \cap L_m = 1$, содан кейін 20-қадамға өтіңіз, әйтпесе 27-қадамға өтіңіз.

Қадам 21. Егер $L(D_k(x_j, y_j, z_j) \geq 0) = 1$, то $L_j = 1$, әйтпесе $L_j = 0$.

Қадам 22. $j=j+1$.

Қадам 23. Егер $j \leq s$, содан кейін 21-қадамға өтіңіз, әйтпесе 24-қадамға өтіңіз.

Қадам 24. Егер $L_1 \cap L_2 \cap \dots \cap L_s = 1$, содан кейін 21-қадамға өтіңіз, әйтпесе 1-қадамға өтіңіз.

Қадам 25. $F_1 = \sum_1^m (x_i'^2 + y_i'^2)$.

Қадам 26. Егер $F_1 < F$, то $F=F_1$ содан кейін 1-қадамға өтіңіз, әйтпесе 27-қадамға өтіңіз.

Қадам 27. Мәндерді шығару $F, A_i(x_i, y_i), B_j(x_j, y_j, z_j)$.

СОҢЫ.

0-қадамда бастапқы деректер енгізіледі, робот ҚЖ-мен өзара соқтығысуды болдырмайтын жерде орналасуы керек. Біріншіден алтыншы қадамға дейін (2.16), (2.17) формуласы бойынша экстремумды іздеу бағыты есептеледі және робот орталығының жаңа координаттары анықталады. 14-қадам бойынша 7-қадамда жуықтататын ҚЖ шеңберлері орталықтарының координаталарын, сондай-ақ (2.14), (2.15) өрнектер негізінде ұстау немесе жұмыс органының қажетті жайғастыру нүктелерін қайта есептеу жүргізіледі. 15-қадамнан бастап 19-қадамға дейін логикалық өрнекке (2.12) сәйкес мобильді роботтың, ҚЖ және қосалқы жабдықтардың өзара қиылыспауы жағдайын тексеру жүргізіледі. Бұл шарт орындалған жағдайда мәселе одан әрі шешіледі, әйтпесе мәселені шешу аяқталады. 20-қадамнан 24-қадамға дейін роботтың жұмыс кеңістігін барлық қажетті ұстау нүктелерін немесе жұмыс органын қамту шарты логикалық өрнекке сәйкес анықталады (2.13). Осы шарт орындалған жағдайда, алдыңғы мәнмен салыстырылатын функционалдың мәні (2.11) айқындалады. Егер

функционалдылықтың мәні төмендесе, онда мәселе одан әрі шешіледі, әйтпесе мәселенің шешімі көрсетіледі.

Әзірленген алгоритмнің кемшілігі-кедергілерді айналып өту алгоритмінің болмауы, ұстап алу немесе жұмыс органының қажетті позициялау нүктелеріне қатысты роботтың барлық мүмкін өзара орналасуын толық есепке алу емес. Алайда, оның нәтижелері МР әзірлеудің алдын-ала кезеңдерінде қолданылады. Алгоритмнің нәтижелеріне сүйене отырып, қарастырылған МР моделін қолдану мүмкіндігін бағалауға болады [10].

2.3 Тікбұрышты цилиндрлермен жуықтау кезінде қоймадағы роботты технологиялық кешеннің МР қозғалу алгоритмін жасау.

Қоймалық МР құру міндеті жақын орналасқан ҚЖ шеңберлерінің өзара орналасуы арқылы шешіледі. Жақындаушы МР және ҚЖ шеңберлерінің орталықтары арасындағы қашықтықты барынша азайтатын, сондай-ақ барлық қажетті позициялау нүктелерінің МР ЖК қамту шартын қанағаттандыратын жуықтау МР шеңберінің осындай орналасуын анықтау қажет.

Жақындаушы МР және ҚЖ шеңберлерінің бастапқы салыстырмалы орны 2.2-суретке сәйкес келуі керек, яғни $A_r(x_r, y_r)$ және $A_i(x_i, y_i)$ $i = \overline{1, m}$ шеңберлерінің центрлеріне сәйкес келетін барлық нүктелер. $\bar{}$ және R_{-r} және R_r и R_i , $i = \overline{1, m}$ радиустарының шеңберлерінің өздері таңдалған OXY координаталар жүйесінің бірінші ширегінде орналасуы керек.

Есептің шешімін жеңілдету үшін таңдалған $OXYZ$ координаттар жүйесінен МР O', X', Y', Z' , жуықтайтын шеңбер центрмен байланысты координаттар жүйесіне көшу керек болып табылады, ҚЖ $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің координаталары (2.14) өрнегімен анықталады. Содан кейін жуықтау МР шеңберінің центрінің координаталары. O', X', Y', Z' жүйесінің бастауымен сәйкес келеді. Сол координаталар жүйесінде O', X', Y', Z' (2.15) өрнегі арқылы қажетті позициялау нүктелерінің координаталарын орнатамыз.

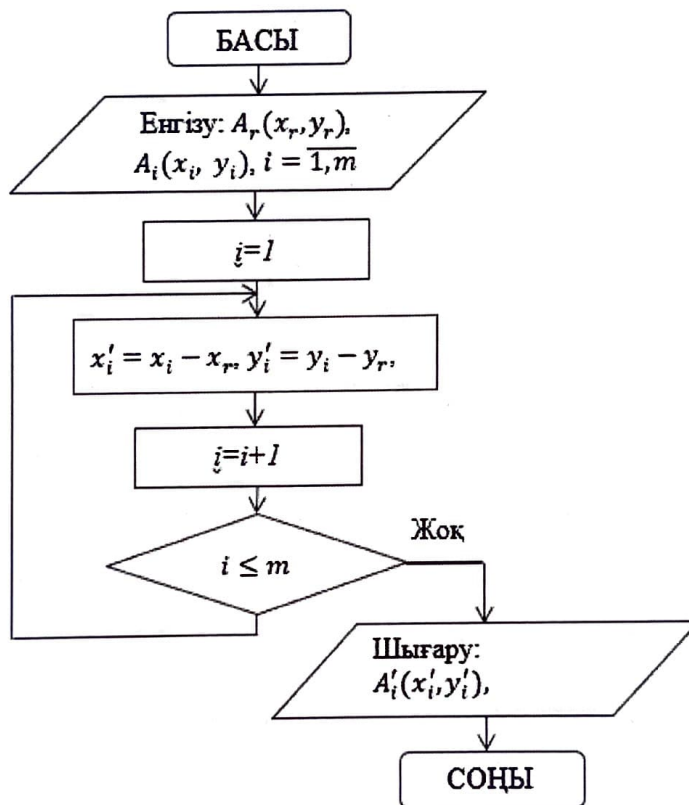
(2.14) өрнегін жүзеге асыру үшін МРКТҚ процедурасы әзірленді, оның құрылымдық схемасы 2.2-суретте көрсетілген.

Бұл процедур МР орнату нүктесі $P_y(x_y, y_y, z_y)$ жуықтау МР шеңберінің ортасы $A_r(x_r, y_r)$ және қажетті позициялау нүктелері $A_j(x_j, y_j, z_j)$, $(j = 1, 2, \dots, m)$, $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$, жуықтайтын шеңберлер центрлерінің нүктелері.

МРКТҚ процедурасының кіріс деректері МР $A_r(x_r, y_r)$ жуықтайтын шеңбер центрінің координаттары және ҚЖ $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын

шеңбер орталықтарының координаттары болады. Әрі қарай циклде (2.14) формула бойынша осы процедураның шығыс деректері болып табылатын ҚЖ $A'_i(x'_i, y'_i)$, $i = \overline{1, m}$, жуықтайтын шеңберлер орталықтарының жаңа координаттары анықталады.

(2.15) өрнекті іске асыру үшін МР $B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$ ұстап қалудың қажетті нүктелерінің координаттарының жаңа жүйесіне көшуді жүргізетін МРКТҚ рәсімі әзірленді [11].



2.2 Сурет - МР кіріс деректері рәсімінің блок-схемасы

МР шығыс деректері процедурасының блок-схемасы 2.3-суретте көрсетілген. МР шығыс деректері процедурасының кіріс деректері МР $A_r(x_r, y_r)$ жуықтайтын шеңбер центрінің координаттары және $B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$ қажетті позициялау нүктелерінің координаттары болады. Әрі қарай (2.15) формула бойынша циклде осы процедураның шығыс деректері болып табылатын $B'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, $j = \overline{1, s}$, позициялау нүктелерінің жаңа координаттары анықталады.

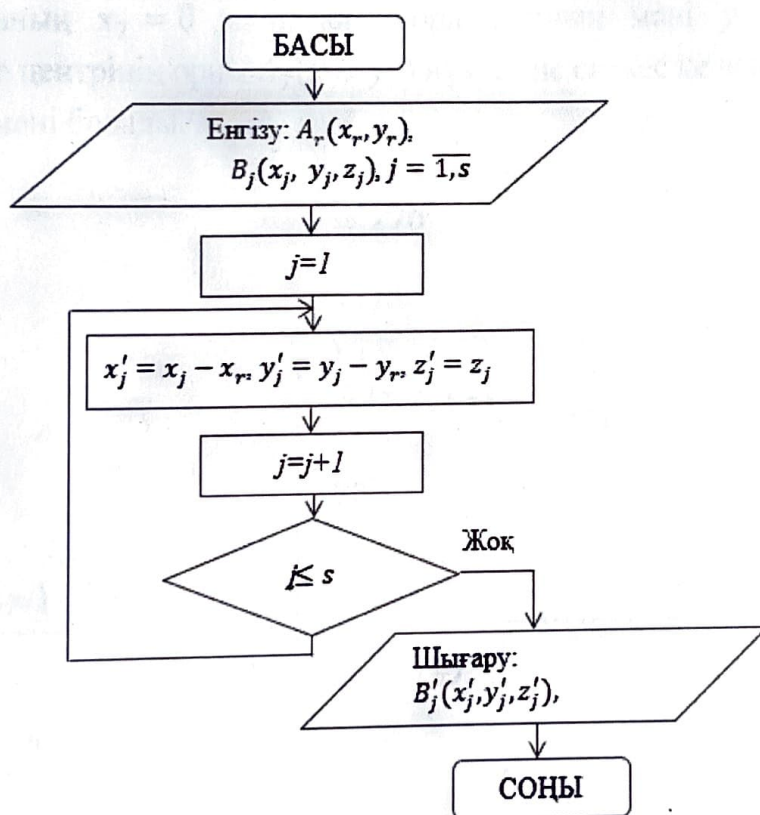
Осы рәсімдерді іске асыру нәтижесінде МР кіріс және шығыс кезінде оңтайлы мақсатты функцияны іздеу міндетін қою (2.11), шектеулерді орындау кезінде (2.12) және (2.13) өзгереді және келесі форманы алады:

$$\sum_1^m (x_i'^2 + y_i'^2) \rightarrow 0, \quad (2.18)$$

шектеулер кезінде

$$\forall i = \overline{1, m}: x_i'^2 + y_i'^2 - R_i - R_r \geq 0, \quad (2.19)$$

$$\forall j = \overline{1, s}: L(D_k(x_j', y_j', z_j') \geq 0) = 1. \quad (2.20)$$



2.3 Сурет - МР шығыс деректері рәсімінің блок – схемасы

Бұл мәселені шешу үшін (2.19) және (2.20) шектеулер орындалған кезде мақсат функциясының (2.18) оптимумын іздеудің бағыты мен қадам өлшемін анықтау қажет.

Есептің шешімін іздестіру бағытын анықтау үшін алдымен жуықтау МР шеңберінің центрі мен жуықтау i шеңберінің центрі – сол ҚЖ-ты қосатын түзудің φ_i көлбеу бұрыштарын анықтаймыз. Бұл бұрышты анықтау үшін жуықтаушы МР және ҚЖ шеңберлерінің мүмкін болатын өзара орналасуын талдау қажет 2.4-сурет.

2.4-суреттен көрініп тұрғандай, φ_i еніс бұрыштары $A_r(x_r, y_r)$ және $A_i(x_i, y_i)$. ортаңғы нүктелерінің координаталарының қатынасына тәуелді. $A_r(x_r, y_r)$

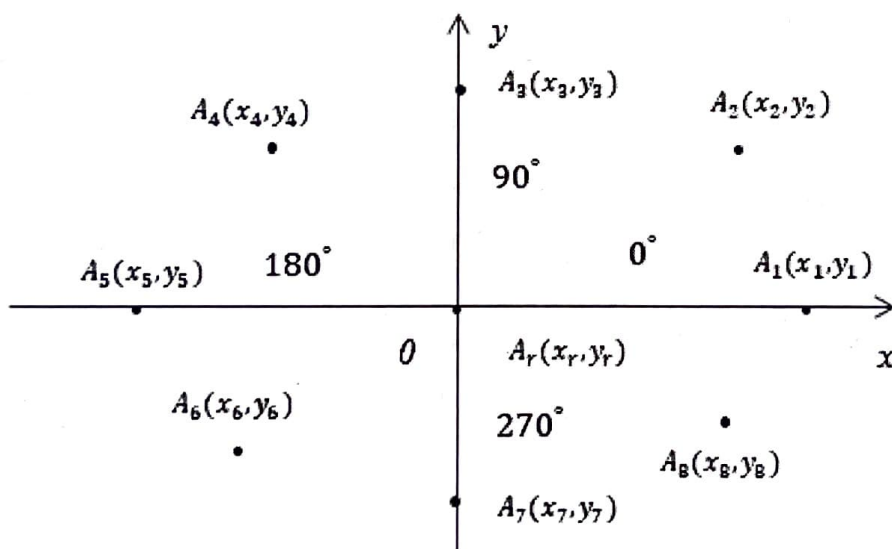
нүктесінің координаталары координаттар басымен сәйкес келеді, демек $x_r = 0$, $y_r = 0$. 2.4 - суреттен көрініп тұрғандай, жуықтаушы МР орталықтарының және жуықтау ҚЖ шеңберлерінің орталықтарының 8 түрлі өзара орналасуы мүмкін.

Егер координатаның мәндері $x_3 = 0$ болса, координатаның мәні $y_3 > 0$ болса, бұл жағдайда шеңбер центрінің орны $A_3(x_3, y_3)$ нүктесіне сәйкес келеді. 2.4-суретте бұл жағдайда бұрыш тең болады.

$$\varphi_3 = 90^\circ. \quad (1.21)$$

Координатаның $x_7 = 0$ мәні, ал координатаның мәні $y_7 > 0$ болған жағдайда, шеңбер центрінің орны $A_7(x_7, y_7)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-суретте онда бұрыштың мәні болады.

$$\varphi_7 = 270^\circ. \quad (1.22)$$



2.4 Сурет - МР және ҚЖ жуықтайтын шеңберлер орталықтарының мүмкін болатын өзара орналасуы

Егер координатаның мәні $y_1 = 0$ болса, координатаның мәні $x_1 > 0$ болса, онда шеңбердің центрінің орналасуы $A_1(x_1, y_1)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-суретте онда бұрыштың мәні тең болады.

$$\varphi_1 = 0^\circ. \quad (2.23)$$

Координатаның мәні $y_r = y_5$ болған жағдайда, координатаның мәні $x_5 < 0$, болған жағдайда, шеңбердің берілген центрінің орналасуы $A_5(x_5, y_5)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-суретте онда бұрыштың мәні

$$\varphi_5 = 180^\circ. \quad (2.24)$$

Егер координатаның мәні $x_2 > 0$ болса, координатаның мәні $y_2 > 0$ болса, онда шеңбердің центрінің орналасуы $A_2(x_2, y_2)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-сурет бұл жағдайда бұрыштың мәні келесі формула бойынша есептеледі

$$\varphi_2 = \arctg \frac{y_2}{x_2} \quad (2.25)$$

Егер координатаның мәні $x_8 > 0$ болса және координатаның мәні $y_8 < 0$, болса, онда шеңбердің центрінің орналасуы $A_8(x_8, y_8)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-сурет онда бұрыштың мәнін келесідей есептеуге болады.

$$\varphi_8 = 360^\circ - \arctg \frac{y_8}{x_8}. \quad (2.26)$$

Егер координатаның мәні $x_4 < 0$ болса, координатаның мәні $y_4 > 0$ болса, онда шеңбердің центрінің орналасуы $A_4(x_4, y_4)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-сурет бұл жағдайда бұрыштың мәні келесідей есептеледі

$$\varphi_4 = 180^\circ - \arctg \frac{y_4}{x_4}. \quad (2.27)$$

Егер координатаның мәні $x_6 < 0$ болса, координатаның мәні $y_6 < 0$ болса, онда шеңбердің центрінің орналасуы $A_6(x_6, y_6)$ нүктесіне сәйкес келеді 2.4-сурет онда бұрыштың мәні келесі өрнек негізінде есептеледі

$$\varphi_6 = 180^\circ + \arctg \frac{y_6}{x_6}. \quad (2.28)$$

φ_i бұрышын анықтау процедурасының блок – схемасы 2.5-суретте көрсетілген, МР-қа жақындаған шеңбердің ортасын және i -ге жақындаған шеңбердің ортасын байланыстыратын түзу сызықтың φ_i бұрышын анықтау. МР шеңберінің центрі координатаның басталуымен сәйкес келетінін ескере отырып, $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$ ҚЖ шеңберлерінің центрлері енгізіледі [6].

Әрі қарай (2.21) – (2.28) өрнектердің көмегімен әрбір i – ші ҚЖ – ын жақындататын координаталардың басы мен шеңберлердің орталықтарын байланыстыратын түзу бұрыштардың шамалары анықталады. i -ге жуықтап тұратын шеңбердің координатасы мен центрін қосатын түзу сызықтың еңісі φ_i бұрышының мәні - бұл ҚЖ осы φ_i бұрышын анықтау процедурасының шығыс параметрі болып табылады.

Сонда есептің шешімін іздеу бағыты, барлық бұрыштардың арифметикалық ортасы ретінде $\varphi_i, i = \overline{1, m}$, сонда:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}. \quad (2.29)$$

Шешімді іздеу бағытының бұрышын анықтау үшін ББАО процедурасы әзірленді, оның блок-схемасы 2.6-суретте көрсетілген.

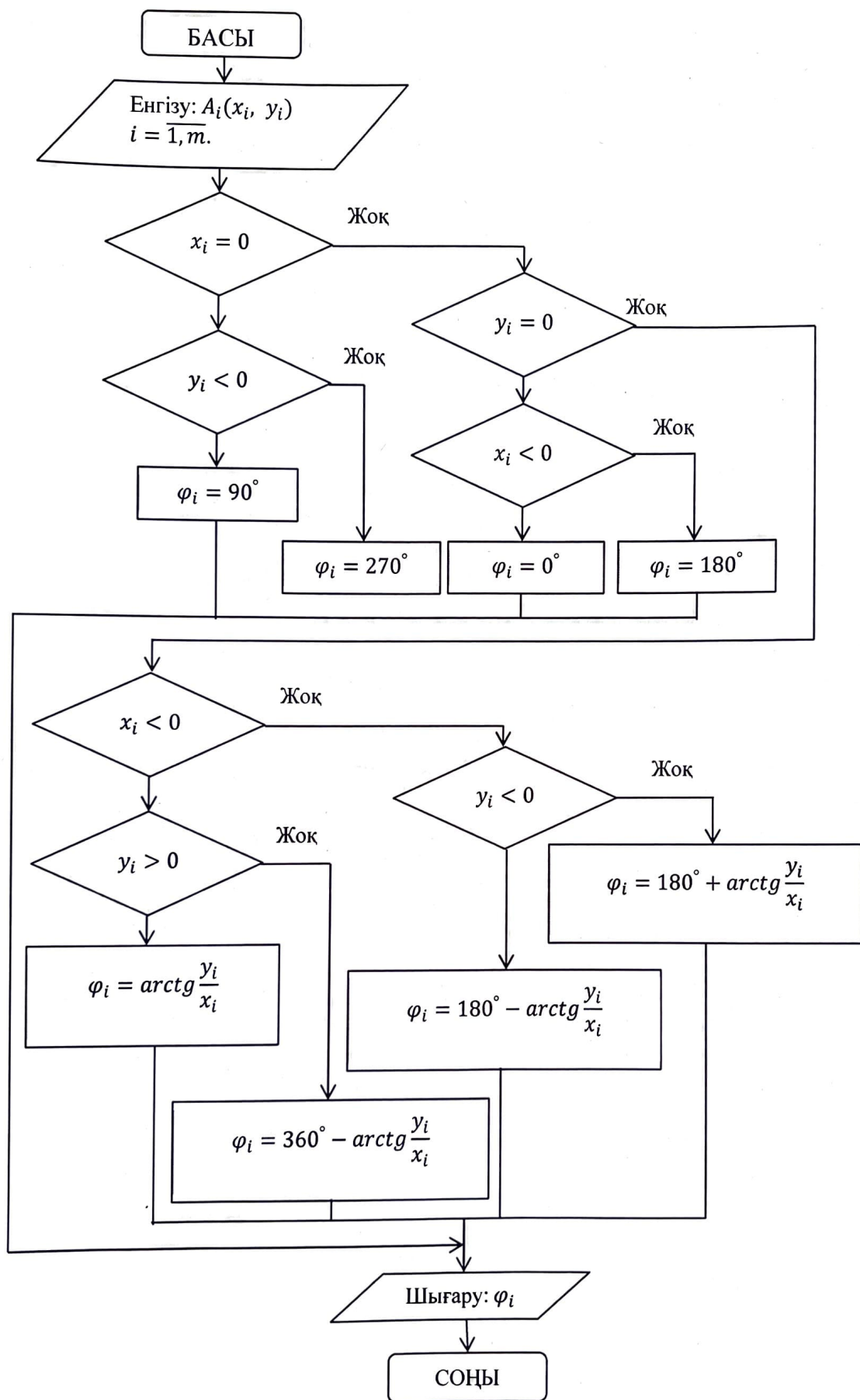
ББАО процедурасының кіріс параметрлері $A_i(x_i, y_i), i = \overline{1, m}$ ҚЖ жуықтайтын шеңберлердің орталықтарының координаталары болып табылады. ББАО процедурасын пайдаланып, әр қадамда $\varphi_i, i = \overline{1, m}$ мәндері есептеледі. Әрі қарай, φ_i есептелген мәндеріне сәйкес (2.29) формуласы бойынша φ анықталады, бұл мәселенің шешімін іздеу бағытын белгілейтін бұрыш. φ бұрышының мәні φ_i бұрышын анықтау процедурасының шығысының параметрі болып табылады.

Қадам Δ , қоймадағы МР құру мәселесінің шешімін іздей отырып, біз жуықтап тұрған ҚЖ шеңберінің ең кіші радиусының мәнінен азын таңдаймыз:

$$R_{min} = \min(R_i), (i = \overline{1, m}). \quad (2.30)$$

Қадам өлшемін таңдау Δ , қоймадағы МР тұрғызу есебінің шешімін іздеу, шешімнің берілген дәлдігін ескере отырып (2.30) шарттан таңдаймыз, оны $0 < \delta < 1$ коэффициентімен қоямыз, онда

$$\Delta = \delta \times R_{min}, (0 < \delta < 1). \quad (2.31)$$

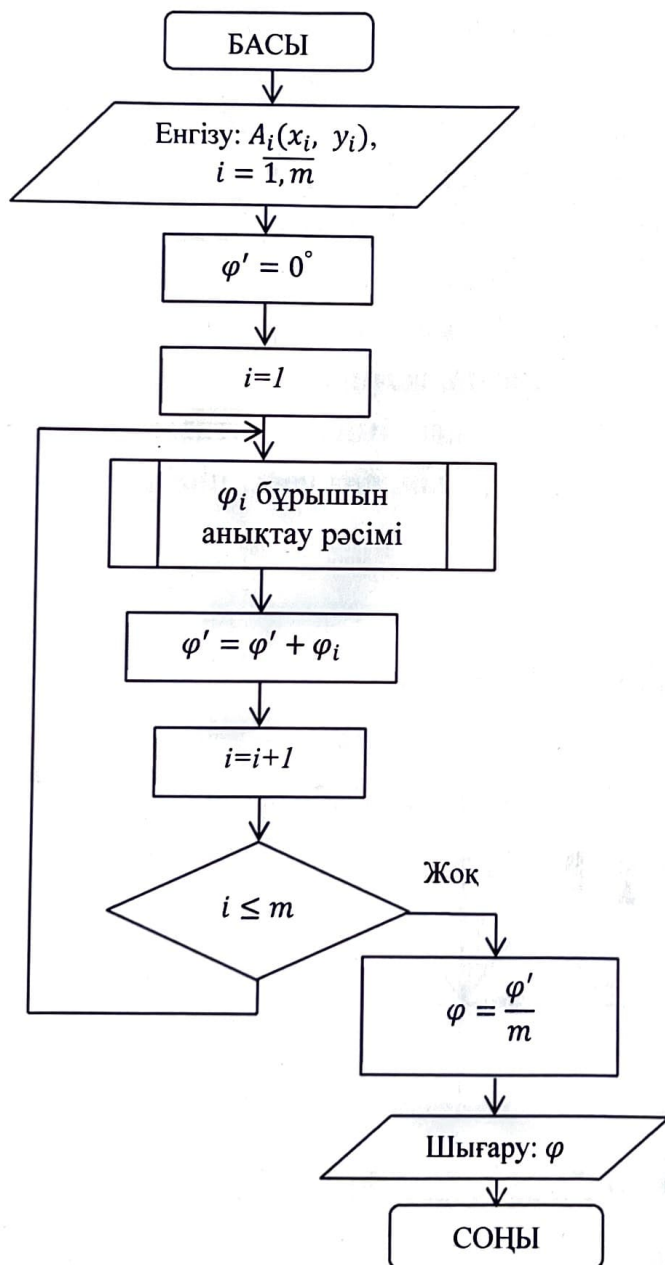


2.5 Сурет – φ_i бұрышын анықтау рәсімі блок-схемасы

Есептің φ бұрышының шешімін іздеу бағыты тандалғаннан кейін, координаттың басына сәйкес шеңбердің центрін берілген Δ қадаммен жылжыту керек, содан кейін 2.7-сурет:

$$\Delta_x = \Delta \cos \varphi, \Delta_y = \Delta \sin \varphi. \quad (2.32)$$

МР құру мәселесінің шешімін табу қадамының бағыты мен мәнін анықтағаннан кейін, МР-ға қатысты жаңа позицияны анықтау қажет.



2.6 Сурет - ББАО блок-схемасы

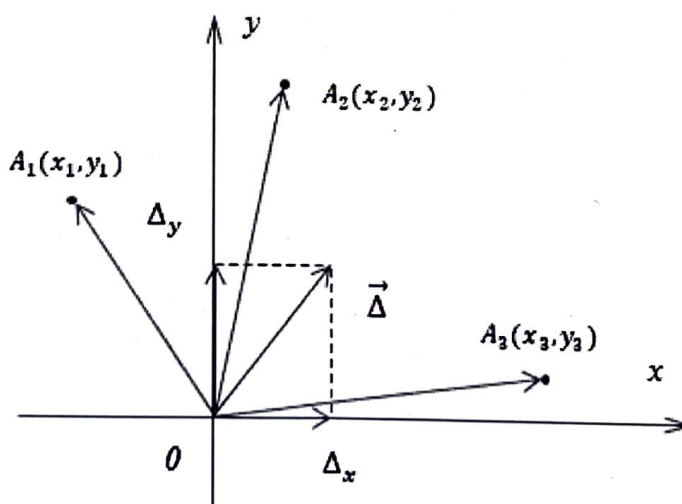
Жаңа МР позициясы $\vec{\Delta}$ векторының соңына сәйкес келеді. Бұл жағдайда координаттары тең болатын шеңберлердің центрлерінің координаттарының мәндері өзгереді:

$$\forall i = \overline{1, m}: x'_i = x_i - \Delta_x, y'_i = y_i - \Delta_y, \quad (2.33)$$

мұндағы Δ_x – $\vec{\Delta}$ векторының ОХ осіне проекциясы 2.7-сурет, Δ_y – $\vec{\Delta}$ векторының ОУ осіне проекциясы 2.7-сурет.

Бұл жағдайда координаталар басы $\vec{\Delta}$ векторының шамасы мен бағыты бойынша параллель ауыстырылады.

(2.30) - (2.32) тармақтарын орындау үшін Δ қадаммен жылжыту процедурасы әзірленді, оның құрылымдық схемасы 2.8-суретте көрсетілген. Бастапқы деректер $R_i, i = \overline{1, m}$ ҚЖ-қа жуықтайтын шеңберлердің радиустары, δ - қажетті дәлдікті орнататын көбейткіш (2.27), φ - шешімді іздеу бағытын белгілейтін бұрыш. бұл мәселеге. (2.30) өрнегі арқылы ҚЖ R_{min} жуықтайтын шеңбердің минималды радиусы анықталады. (2.31) формула бойынша Δ қадам өлшемін, осы есептің шешімін іздеуді анықтаймыз. Процедура нәтижесінде Δ_x, Δ_y есептің шешімін іздеу қадамы, проекциялардың мәндерін шығарамыз [12].



2.7 Сурет - ҚЖ қатысты жаңа МР жағдайы

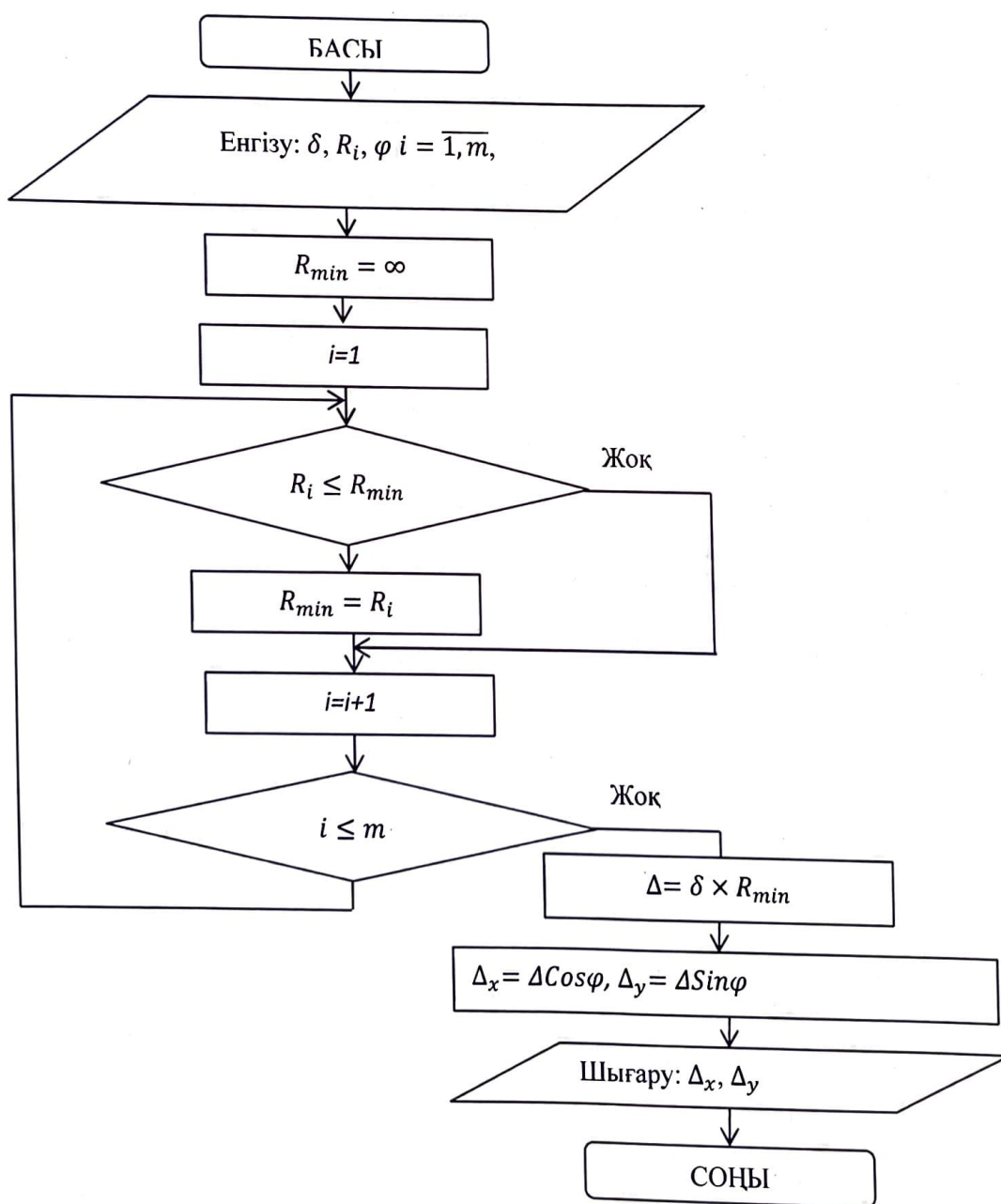
Қоймадағы РТК МР қозғалысын құру мәселесінің шешімін іздеудің қадам өлшемін оның элементтерін шеңберлер бойынша жуықтау кезінде біле отырып, $\vec{\Delta}$ векторының соңғы нүктесімен, мәндерімен байланысты жаңа координаттар

жүйесіне көшу қажет. оның ішінде (Δ_x, Δ_y) . тең. Сонда ҚЖ-қа жақындайтын шеңберлердің центрлерінің координаталары мынаған тең болады:

$$\forall i = \overline{1, m}: x_i'' = x_i' + \Delta_x, y_i'' = y_i' + \Delta_y, \quad (2.34)$$

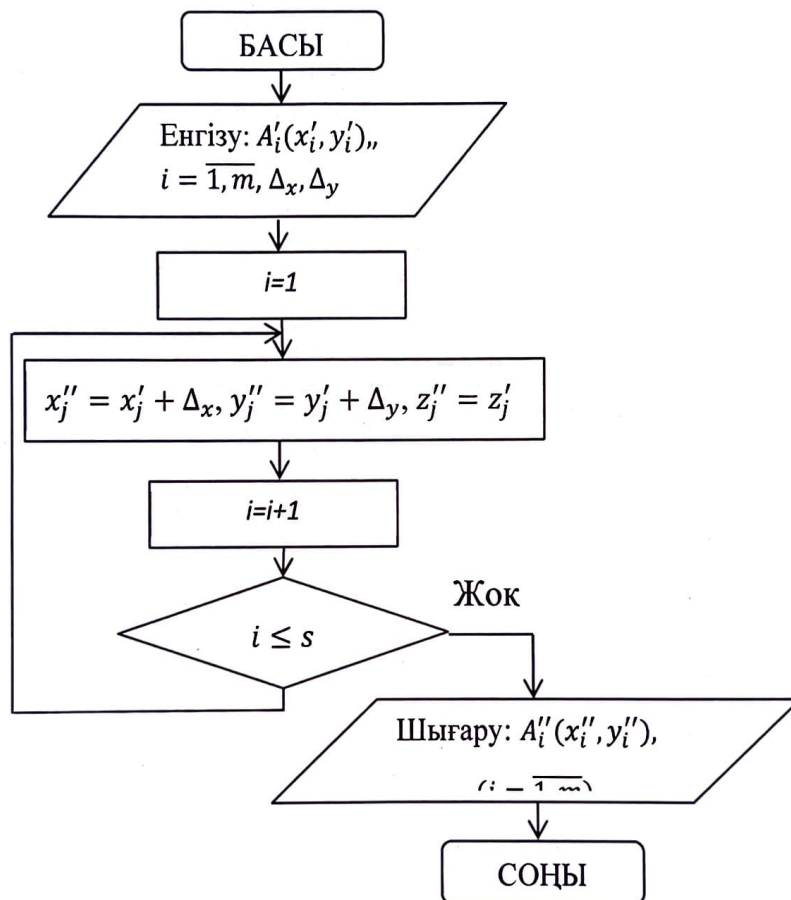
Ал МР жұмыс органының қажетті орналасу нүктелерінің координаталары жаңа координаттар жүйесінде тең болады.

$$\forall j = \overline{1, s}: x_j'' = x_j' + \Delta_x, y_j'' = y_j' + \Delta_y, z_j'' = z_j'. \quad (2.35)$$



2.8 Сурет – Δ қадаммен жылжыту рәсімінің блок-схемасы

(2.34) өрнегін жүзеге асыру үшін Δ қадаммен жылжыту процедурасы әзірленді, оның құрылымдық схемасы 2.9-суретте көрсетілген. Δ қадаммен жылжыту процедурасының кіріс деректері $\vec{\Delta}$, Δ_x, Δ_y векторының проекцияларының мәндері және ҚЖ $A'_i(x'_i, y'_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің координаталары болады. Әрі қарай циклде (2.34) формуласы бойынша ҚЖ $A''_i(x''_i, y''_i)$, $i = \overline{1, m}$, жуықтайтын шеңберлер центрлерінің жаңа координаттары болады. анықталады, олар осы процедураның шығыс деректері болып табылады.



2.9 Сурет - Δ қадаммен жылжыту кіріс деректері рәсімінің блок-схемасы

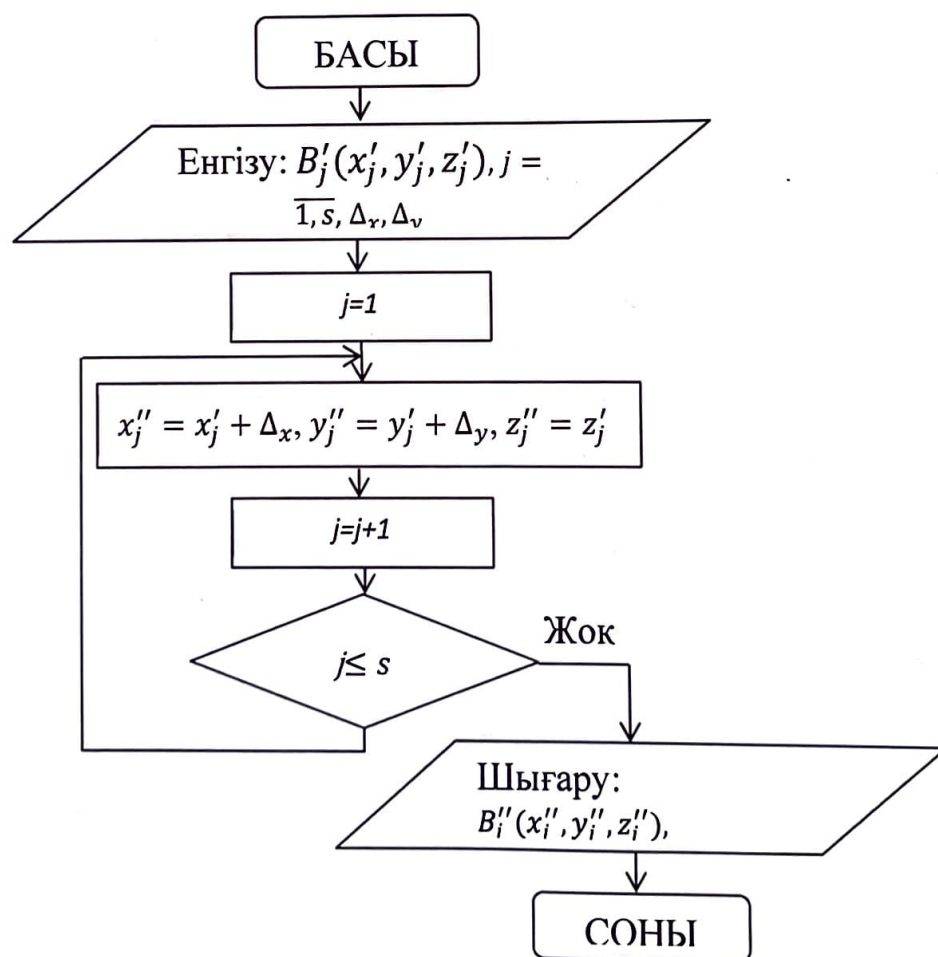
(2.35) өрнегін жүзеге асыру үшін МР $B'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, $j = \overline{1, s}$ қажетті позициялау нүктелерінің жаңа координаттар жүйесіне көшуді жүзеге асыратын Δ қадаммен жылжыту процедурасы әзірленді. Δ қадаммен жылжыту процедурасының құрылымдық схемасы 2.10-суретте көрсетілген [13].

Δ қадаммен жылжыту процедурасының кіріс деректері $\vec{\Delta}$, Δ_x, Δ_y векторының проекцияларының мәндері және $B'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, $j = \overline{1, s}$ позициясының қажетті нүктелерінің координаталары болады. Әрі қарай, циклде (2.35) формуласына сәйкес $B''_j(x''_j, y''_j, z''_j)$, $j = \overline{1, s}$, қажетті позициялау

нүктелерінің жаңа координаттары. анықталады, олар осы процедуралардың шығыс деректері болып табылады.

(1.19) шартын пайдалана отырып, жуықтаушы МР және ҚЖ шеңберлерінің өзара қиылыспау шартын талдау үшін МРҚЖ процедурасы әзірленді, оның құрылымдық схемасы 1.11-суретте көрсетілген.

МРҚЖ процедурасының кіріс параметрлері МР $A_i''(x_i'', y_i'')$, R_i , $i = \overline{1, m}$, жуықтайтын орталықтардың координаталары мен шеңберлердің радиустары болады. МР R_r жуықтайтын шеңбердің радиусы. Цикл жуықтау МР шеңберлерінің өзара қиылыспау шартын тексереді және әрбір i бұл ҚЖ (2.19). Егер (2.19) шарт орындалмаса, онда МР пен ҚЖ жуықтау шеңберлерінің өзара қиылысуы және $D=0$. логикалық мәні туралы қорытынды жасалады. Егер ҚЖ-қа жақындайтын барлық шеңберлер мен МР-қа жақындайтын шеңбер қиылыспаса, онда логикалық параметр $D=1$. Бұл логикалық параметр МРҚЖ процедурасының шығыс мәні болып табылады.

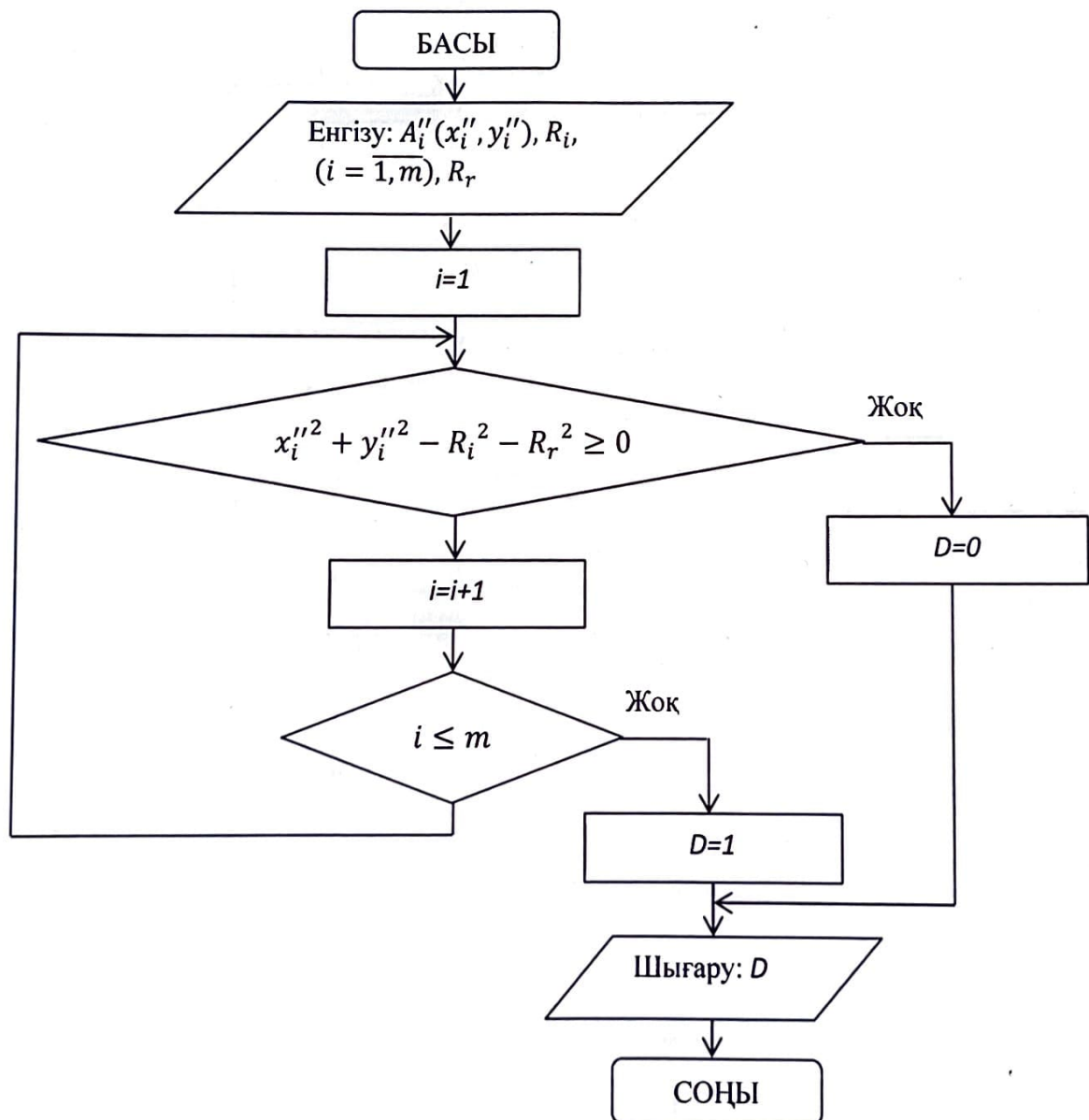


2.10 Сурет - Δ қадаммен жылжыту шығыс деректері рәсімінің блок-схемасы

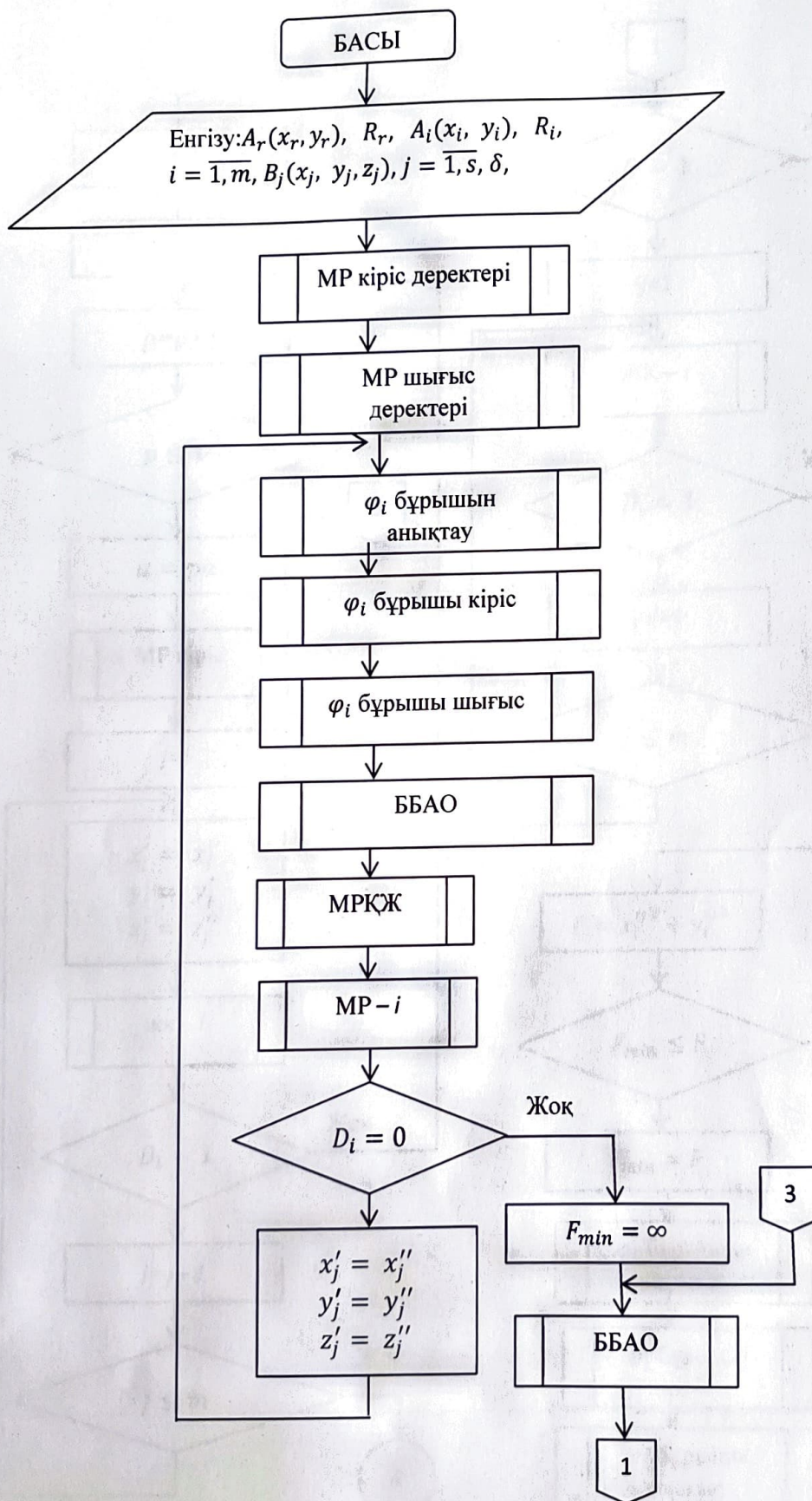
МР қысқышының барлық қажетті позициялау нүктелерінің МР ЖК қамтуын анықтау үшін ең алыс $A_d(x_d, y_d, z_d)$ нүктесін анықтау қажет.

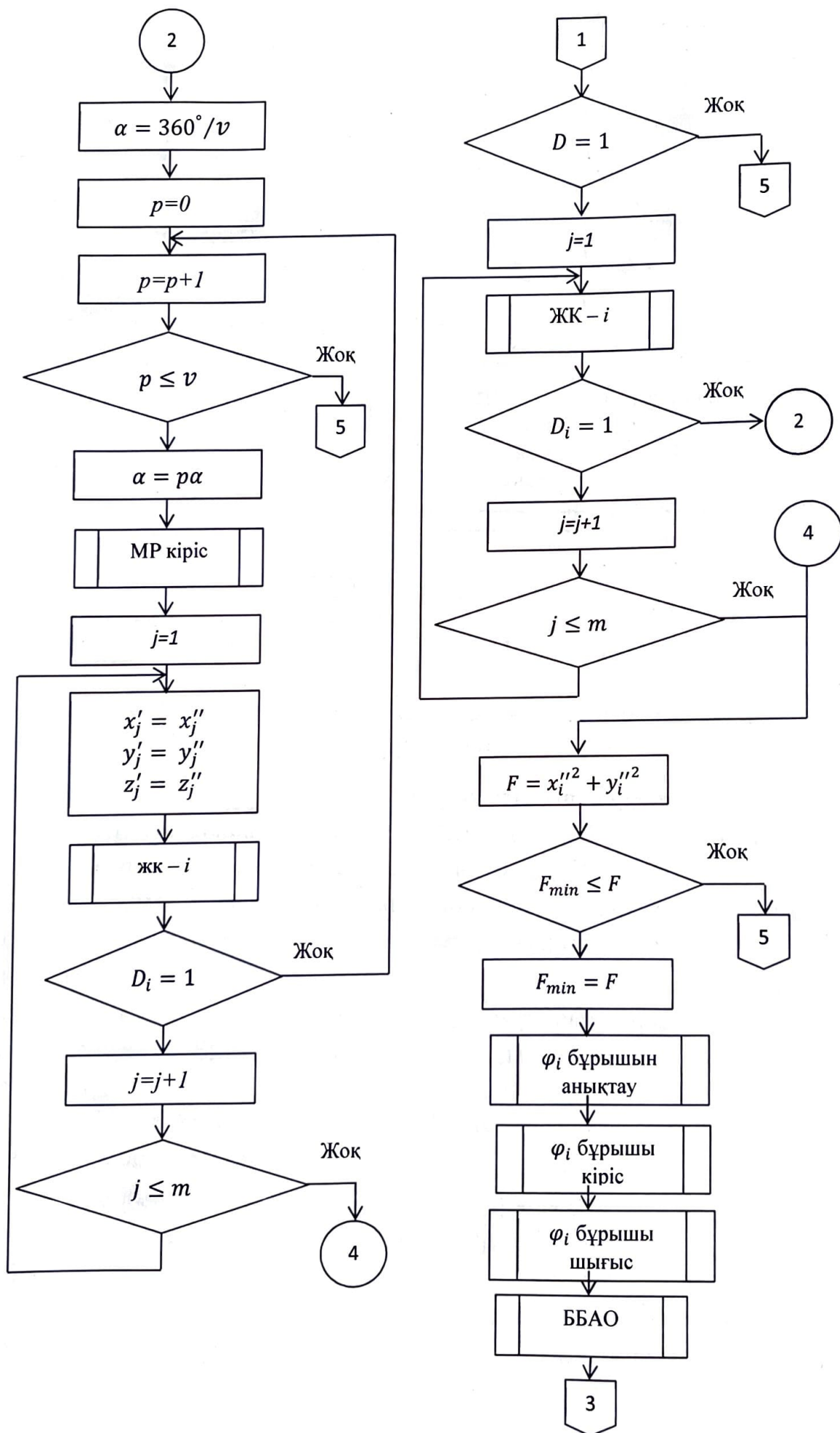
Тік бұрышты цилиндрлермен қоймадағы РТК элементтерін жуықтау кезінде орналасу схемасын құру алгоритмін жүзеге асыру үшін блок-схемасы 2.12-суретте көрсетілген алгоритм әзірленді.

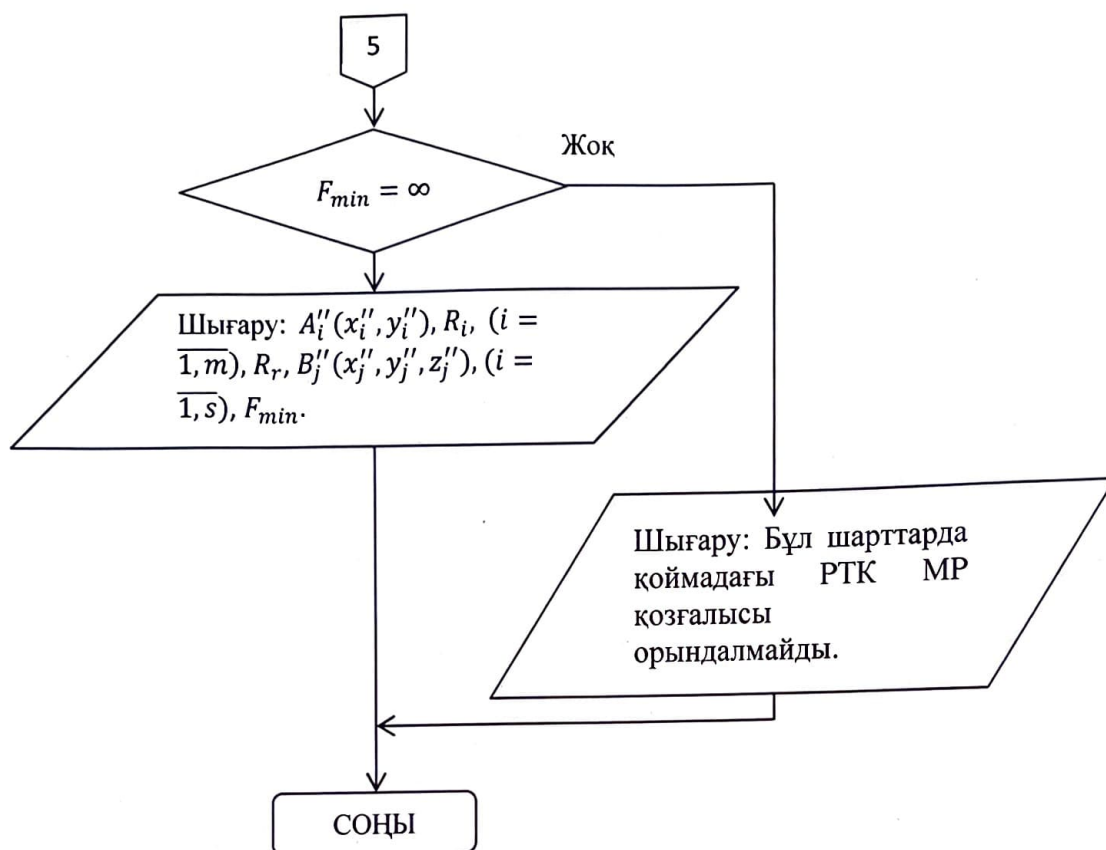
Алгоритмнің кіріс деректері МР $A_r(x_r, y_r)$, R_r , жуықтауының центрінің координаталары мен шеңберінің радиусы, шеңберлер центрлерінің координаталары және $A_i(x_i, y_i)$, R_i , $i = \overline{1, m}$, жуықтау ҚЖ радиустары болады. Қажетті ұстағышты орналастыру нүктелерінің координаталары МР $B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$, қажетті дәлдікті көрсететін көбейткіш δ есебінің шешімі



2.11 Сурет - МРҚЖ рәсімінің блок-схемасы







2.12 Сурет Қоймадағы РТК элементтерін тікбұрышты цилиндрлермен жуықтау кезінде МР қозғалысын құру алгоритмінің құрылымдық схемасы

Әрі қарай, МРҚЖ процедурасын қолдана отырып, жуықтау МР $A_r(x_r, y_r)$ шеңберінің центрінің координаталары мен ҚЖ $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің координаталары негізінде, ҚЖ $A_i'(x_i', y_i')$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің жаңа координаталары. SKTPR-ның келесі процедурасы МР $B_j(x_j, y_j, z_j)$, $j = \overline{1, s}$ қажетті позициялау нүктелерінің жаңа координаттар жүйесіне көшуді жүзеге асырады. ҚЖ $A_i(x_i, y_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің координаталарына негізделген МРҚЖ процедурасы, ББАО процедурасын пайдалана отырып, φ_i , $i = \overline{1, m}$. Мәндері есептеледі. Әрі қарай φ_i есептелген мәндері осы мәселенің шешімін іздеу бағытын белгілейтін φ бұрышын анықтайды.

МРҚЖ процедурасын пайдалана отырып, ҚЖ $A_i''(x_i'', y_i'')$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің жаңа координаталары анықталады. $\vec{\Delta}$, Δ_x, Δ_y векторының проекцияларының мәндері R_i , $i = \overline{1, m}$ радиустарының ҚЖ-қа жақындайтын мәндері негізінде анықталады, δ көбейткіш болып табылады. бұл қажетті дәлдікті белгілейді, ал φ - осы мәселенің шешімін іздеу бағытын белгілейтін бұрыш. Бастапқыда жуықтаушы ҚЖ шеңберінің минималды радиусы анықталады. Әрі қарай, Δ қадам өлшемін, осы мәселенің шешімін

іздеуді анықтаймыз. $\vec{\Delta}$, Δ_x , Δ_y векторының проекцияларының мәндеріне және ҚЖ $A'_i(x'_i, y'_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің координаталары негізінде мҚЖ $A''_i(x''_i, y''_i)$, $i = \overline{1, m}$ жуықтайтын шеңберлер центрлерінің жаңа координаталары анықталады [13].

Келесі процедура МР $B'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, $j = \overline{1, s}$ қажетті позициялау нүктелерінің жаңа координаттар жүйесіне көшуді жүзеге асыратын МРҚЖ болып табылады. Бұл процедурада $B''_j(x''_j, y''_j, z''_j)$, $j = \overline{1, s}$ қажетті позициялау нүктелерінің жаңа координаттары анықталады.

МРҚЖ процедурасының кіріс параметрлері 2.12-сурет қажетті позициялау нүктелерінің координаттары $A'_j(x'_j, y'_j, z'_j)$, $(j = 1, 2, \dots, m)$. Циклде әрбір қадамда l_j , $j = \overline{1, m}$ мәндері есептеледі. Әрі қарай, l_j есептелген мәндерін пайдаланып, (2.34) өрнегін пайдаланып, l_d мәнін және ең алыс $A_d(x_d, y_d, z_d)$ нүктесінің координаталарын табамыз. Бұл мәндер МРҚЖ процедурасының шығыс параметрлері болып табылады.

Бұл МР қозғалыс процедурасын қолдана отырып, ең алыс орналасқан позициялау нүктесінің МР ЖК қамту шартын орындау үшін жасалады. Егер бұл нүкте МР ЖК-не жатпайтын болса, онда МР барлық қажетті позициялау нүктелерімен байланысты орташа бұрыштың бағытына жылжытылады. МРҚЖ процедурасының көмегімен есептің шешу бағыты ретінде қабылданатын орташа бұрыш анықталады. Әрі қарай 2.15 сурет, 2.16 сурет, 2.18 сурет, МРҚЖ процедураларының орындалуы қайталанады. Бұл цикл қарастырылып отырған МР-тың ЖК қашықтағы позициялау нүктесіне жататын шарты орындалғанға дейін қайталанады.

Ең қашықтағы нүктенің МР ЖК қамтуы жағдайында сапа функционалдық мәні ∞ тағайындалады. Әрі қарай ББАО процедурасы орындалады, оның көмегімен жақындаушы МР және ҚЖ шеңберлерінің өзара қиылыспау шарты тексеріледі. Егер бұл шарт орындалса, содан кейін барлық қажетті позициялау нүктелерінің МР ЖК қамту шарты тексеріледі. Циклде әрбір j – МР ЖК нүктесіне тиесілі болу шарты ЖК – i процедурасы арқылы тексеріледі. Келесі орналасу нүктесі жабылмаса, позициялау нүктелерінің салыстырмалы орналасуы және ЖК МР өз осінің айналасында айналдыру арқылы өзгертіледі. Ол үшін айналу бұрышын дискретизациялау қадамы белгіленеді. Әрі қарай, МРҚЖ процедурасының көмегімен МР орнату нүктесімен байланысты ось айналасында айналдырылған позициялау нүктелерінің координаталары анықталады. Цикл қажетті орналастыру нүктелерінің МР ЖК-не жататынын тексереді.

Осылайша, барлық қажетті позициялау нүктелерін қамтитын МР ЖК-нің осындай салыстырмалы орнын табуға болады. Бұл жағдайда функционалдық функцияның ағымдағы мәнімен салыстырылатын сапалы функцияның жаңа мәні анықталады. Егер функционалдық жаңа мән ағымдағы мәннен аз болса, онда

функционалдық мән өзгеріп, функционалдық жаңа мәнге тең болады. Әйтпесе, функционалдық мәні өзгермейді.

Әрі қарай, МР ЖК барлық қажетті позициялау нүктелерін қамтитын МР және ҚЖ жуықтайтын шеңберлердің салыстырмалы орналасуының мәндерін шығаруға көшу жүзеге асырылады. Егер функционалдылықтың мәні өзгермесе және табылмаса, МР және ҚЖ-ның өзара орналасуы, МР және ҚЖ-ын жақындататын шеңберлердің өзара қиылыспауы және МР ЖК барлық қажетті позициялау нүктелерін қамту шарттарын қанағаттандырады [20].

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада қоймадағы мобильді роботтың қозғалысын зерттелді. Жобаның ерекшелігі маған берілген мобильді робот қоймадағы кедергілерге жанаспай өту болды. Әдебиеттік шолу бөлімінде мобильді робот қозғалысы, қоймадағы жабықтарға жанаспауы, оның қоймадағы қозғалысы зерттеліп, қажетті мәліметтер алынды.

Мобильді робот қозғалысын зерттеп, есебін шығару кезінде блок-схемалар қолданылды. Есеп шығару барысында кедергілер ретінде тікбұрышты цилиндрлер пайдаланылды. Кедергі ретінде алынған тікбұрышты цилиндрлерге жанаспай өту үшін, берілген формулаларды пайдалана отырып, келесідей блок-схемалар құрылды. Ең алдымен МР кедергіге жанаспай өті үшін, МР кіріс және шығыс деректері рәсімі блок схемасы құрылды. Кіріс және шығыс деректерін берген соң МР бұрылу бағытына байланысты φ_i бұрышын анықтау рәсімі, φ_i бұрышын шығыс және кіріс деректерін анықтау рәсімі блок-схемасы құрылды. Қандай бұрышқа бұрылу керектігін анықтағаннан кейін, Δ қадаммен жылжыту кіріс және шығыс деректері рәсімі блок-схемасы құрылды. Аталған блок-схемалар құрылған соң, соңында МРҚЖ блок-схемасы тұрғызылды. Яғни бізге берілген МР ешқандай тікбұрышты цилиндр ретіндер берілген кедергіге жанаспай өтті, яғни берілген тапсырма орындалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Байбатшаев М.Ш. Роботоавтоматные системы в металлургии. Алматы, КазНТУ, 2002 – 189 с.
- 2 Козырев Ю.Г. Применение промышленных роботов. Издательство «Проспект», 2013. - 358 с.
- 3 Mikell P. Groover Principles of modern manufacturing: SI version. John Wiley&Sons; 4th Edition, 2010. - 1015 p.
- 4 Шаров, К.В. Промышленные роботы в литейном производстве : учеб. пособие / К.В. Шаров, А.В. Богомяков, Д.О. Пустовалов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 122-125 с.
- 5 Карташев В.А., Павловский В.Е., Платонов А.К. Сазонов В.В., Соколов С.М., Ярошевский В.С. Опыт создания алгоритмов и программ для управления роботами (организация работ и пути повышения надежности роботов),: Препр. ИПМ, № 121. М.: 2016. - 30-32 с.
- 6 Brogardth T., Robot Contraol Overview-An Industrial Perspective, Modeling, Identifi cation and Control, vol. 30, no. 3, 2009, p. 166–178.
- 7 The Japan Robot Association [Электронды ресурс] / қатынау режимі: <http://www.jara.jp/e/dl/2013.pdf>
- 8 Рахманкулов В.З., Коржов Г.В., Карев А.А., Манько С.В. Геометрическое моделирование и независимое программирование роботов. //Программир. прикл. систем /РАН Науч. сов. по пробл. "Робототехн. и 167 автоматир. пр-во". - М.:1992.- с. 124-136.
- 9 Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Наука, МГТУ, 2000. – с. 398-400.
- 10 Юревич Е.И. Основы робототехники. БХВ-Петербург, 2010. – с. 359-361.
- 11 Lee Jihong, Bien Zeungnam. Collision-free trajectory control for multiply robot based on neural optimization network.//Robotica.-1990.-8, №3.-с. 183-195.
- 12 Шахинпур М. Курс робототехники. -М.: Мир, 1990. -527 с.
- 13 Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника. -М.: Мир, 1989. -624 с.
- 14 Vukobratovic M. Kircanski M., Scientific Fundamentals of Robotics 3. Kinematics and Trajectory Synthesis of Manipulation Robots. Springer Science & Bisuness Media. 2013 . – p. 265-269.
- 15 Бейсембаев А.А., Әсембай А.Ә. Формализованное описание и алгоритм построения компоновочной схемы роботизированного технологического комплекса. Вестник КазННТУ. №3 (121) 2017. с. 557-563.
- 16 Ciszewski M, Wacławski M, Buratowski T, Giergiel M, Kurc K. Design, modelling and laboratory testing of a pipe inspection robot. Arch Mech Eng. 2015- p. 396–408.
- 17 Ciszewski M, Buratowski T, Giergiel M, Kurc K, Małka P. The pipes mobile inspection robots. Diagnostyka. 2012 – p.9–15.

- 18 Yang C, Ye Z, Peter OO, Han J. Modeling and simulation of spatial 6-DOF parallel robots using Simulink and SimMechanics. In: 3rd international conference on computer science and information technology; 2010. p. 444–448
- 19 Ciszewski M, Mitka Ł, Buratowski T, Giergiel M. Modeling and simulation of a tracked mobile inspection robot in MATLAB and V-REP software. In: Postepy robotyki 1.195. Elektronika:Prace Naukowe PolitechnikiWarszawskiej;2016. p. 135–144.
- 20 Buratowski T. Mobile robots-selected issues. 1st ed. Krakow: AGH University of Science and Technology Press; 2013.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТА ҚОЛДАНЫЛҒАН БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

МР	- мобильді робот
ҚЖ	- қойма жабдығы
ЖК	- жұмыс кеңістігі
ҚҚЖ	- қоймадағы қадағалау жүйесі
ҚБЖ	- қоймадағы басқару жүйесі
РТК	- роботтандырылған технологиялық кешен
ISO	- Халықаралық стандарттау ұйымы

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Онгарбек Дана

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау

Научный руководитель: Ахамбай Бейсембаев

Коэффициент Подобия 1: 11.3

Коэффициент Подобия 2: 6

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☒ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☒ Обоснование: Коэффициент подобия 2: 6. Соответствует заимствованиям, не является плагиатом, если все ссылки не игнорировать, читать.

Дата

12.05.2022г.

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Онгарбек Дана

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Логика функцияларын қолданып қойма мобильді роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау

Научный руководитель: Ахамбай Бейсембаев

Коэффициент Подобия 1: 11.3

Коэффициент Подобия 2: 6

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

Оңғарбек Дана Жарасқызы

(білім алушының аты жөні)

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫНА

(жұмыс түрінің аталуы)

СЫН-ПІКІР

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару»

(мамандықтың аталуы және шифрі)

Логика функцияларын қолданып қойма роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау тақырыбына
орындалған

Выполнено:

а) графикалық бөлімі 15 бетте

б) түсініктеме жазбасы 42 бетте

жасалынған

ЖҰМЫС ТУРАЛЫ ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жұмыста қойма роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау мәселері қарастырылған.

Технологиялық бөлімінде мобильды роботтардың сипаттамалары, олардың қолдану саялары қарастырылған. Осған орай мобильды роботтар түрлері келтірілген.

Арнайы бөлімінде қоймадағы роботтандырылған технологиялық кешендегі мобильды роботтың қозғалуы зерттелеген. Есепті жеңілдетіп, мобильды роботты және қоймадағы қолданылатын жабдықтарды тікбұрышты цилиндрлермен аппроксимациялап, басқару алгоритмін құрастыру әдісі ұсынылған. Бұл әдістің алгоритмінің блокөсхемалары құрастырылады.

Өткізілген жұмыс бойынша жалпы қорытындылар жасалынған.

Дипломдық жұмысына келесі ескертулер бар:

- жасалынған алгоритм программа ретінде құрастырылмаған;

- мобильды роботты және қойма жабдықтарын тікбұрышты цилиндрмен ауыстырған кезіндегі есепті шығару дәлдігі бағаланбаған.

Айтылған ескертулерге қарамай, диплом жұмысы жоғары деңгейде жасалып, практика жағынан жақсы нәтижелер табылды.

Диплом жұмысы 5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша барлық талаптарына сәйкес келеді. Жалпы 90%, А- (өте жақсы) бағасына бағаланып, ал Оңғарбек Дана Жарасқызы 5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайық деп есептеймін.

Сын-пікір беруші

Ғ. Даукеев атындағы АЭЖБУ АЖБ кафедрасының доценті, PhD докторы

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атауы)

 Бәзіл Г.
(қолы)

«13» 05 2022 ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

ПІКІРІ

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫНА

(жұмыс түрінің аталуы)

Оңғарбек Дана Жарасқызы

(білім алушының аты жөні)

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару»

(мамандықтың аталуы және шифрі)

Логика функцияларын қолданып қойма роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау тақырыбына орындалған

Дипломдық жұмыста қойма роботтың қозғалуын программамен басқару алгоритмін және математикалық моделін жасау мәселері қарастырылған.

Технологиялық бөлімінде мобильды роботтардың сипаттамалары, олардың қолдану саялары қарастырылған. Осған орай мобильды роботтар түрлері келтірілген.

Арнайы бөлімінде қоймадағы роботтандырылған технологиялық кешендегі мобильды роботтың қозғалуы зерттелеген. Есепті жеңілдетіп, мобильды роботты және қоймадағы қолданылатын жабдықтарды тікбұрышты цилиндрлермен аппроксимациялап, басқару алгоритмін құрастыру әдісі ұсынылған. Бұл әдістің алгоритмінің блоксхемалары құрастырылады.

Дипломдық жұмысын орындау кезінде Оңғарбек Дана Жарасқызы өзін жақсы жағынан көрсетті. Берілген тапсырмаларды уақытында орындап, тәртіпті, білікті студент екенін дәлелдеді. Жалпы өзінің теориялық және практикалық жағынан дайындығын көрсетті. Жақсы инженерлік деңгейде жұмыс істей алатындығын дәлелдеді.

Оңғарбек Дана Жарасқызымен жазылған диплом жұмысы 5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығының талаптарына толық сай келеді және Мемлекеттік аттестаттау комиссиясында қорғауын ұсынамын.

Ғылыми жетекші

АЖБ кафедрасының қауымдастырылған профессоры, т.ғ.к., доцент
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атауы)



Бейсембаев А.А.

(қолы)

« 12 »

05

2022 ж.