

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

**Рисунок 6.** Форма отзывов и предложений

Список использованных источников

1. <https://ru.wikipedia.org>.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Караман-Ата>.
3. Маңғыстау энциклопедиясы. Бас редактор Б.Ғ. Аяған. - Алматы: "Қазақ энциклопедиясы", 2008. - 632 бет.

УДК: 004.942

**ПАРАЛЛЕЛЬ ҚҰРЫЛЫМДЫ РОБОТТЫҢ ЖҰМЫС АЙМАҒЫН АНЫҚТАУ  
ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Оспанова Самал Бакытовна  
ospanova.samal01@mail.ru

ЕҰУ компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының магистранты. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекші - Мирғалиқызы Толқын

**Аңдатпа.** Робототехникада өздерінің бірегей қасиеттеріне байланысты параллель құрылымды механизмдер кеңінен қолданылады. Мұндай механизмдерде жұмыс аймағы маңызды рөл атқарады, себебі оған бақылау мен қозғалғыштықты жоғалтуы мүмкін арнайы позициялар деп аталатын аймақтар әсер етеді. Мақалада параллель құрылымды роботтың жұмыс аймағы туралы және оны анықтаудың екі әдісі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** робот-манипулятор, робототехника, робот жұмыс аймағы, робот кинематикасы, дельта робот.

**Кіріспе.** Бірнеше компьютермен басқарылатын ретті тізбектерді бір платформаны немесе соңғы эффекторды ұстап тұру үшін пайдаланатын механикалық жүйе параллельді манипулятор немесе параллельді робот деп аталады [1]. Сериялық манипуляторлармен салыстырғанда параллель манипуляторлардың қаттылығы, жүк көтергіштігі, жұмыс дәлдігі және жұмыс аумағы сәл төмен. Бұл құрылымдар оқыту, хирургия, өндіріс және т. б. көптеген салаларда кеңінен қолданылады [2].

Роботтың механикалық қолы деп байланысқан буындар тобын атайды. Параллель манипуляторларда екі платформа арасында параллель қосылған бірнеше механикалық қолдар бар. Дэн Чжан параллель роботтарға шолу жасаған, ол көп механикалық қолдары мен қозғалғыштығы бар параллель манипуляторлар үшін кешенді жобалау және талдау әдістемелерін әзірлейді [3].

Параллельді құрылым механизмдерінің кинематикалық схемалары негізінен буынның еркіндік дәрежелерінің санына қарай жіктеледі. Механикалық жүйедегі еркіндік дәрежелері (DOF) конфигурацияны немесе күйді анықтайтын тәуелсіз параметрлердің саны болып табылады. Анықтамалықта [4] бұрандалы топтарға сәйкестікке негізделген осы механизмдердің жіктелуі

сипатталған, сонымен қатар тек ілгерілемелі еркіндік дәрежелері бар байланыс түріне сәйкес жіктеу ұсынылған [5].

Параллель роботтардың ең көп таралған екі түрі стандартты параллель роботтар және дельта роботтар. Дельта робот әмбебап буындар арқылы негізге бекітілген үш механикалық қолдан тұрады. Оның үш трансляциялық және бір айналмалы еркіндік дәрежесі бар. Негізгі идеясы параллелограммды қолдану. Бұл параллелограммдар қозғалысты дәл өңдеу үшін платформаның қозғалыстарын шектейді.

Параллель механизмі бар роботтарды зерттеудің маңызды міндеттерінің бірі кинематиканың тура және кері есебін шешу. Кинематиканың тура есебі - манипулятордың жұмыс денесінің орнын  $(X, Y, Z)$  оның кинематикалық схемасына және оның буындарының ( $n$  - еркіндік дәрежелерінің саны,  $A$  - айналу бұрыштары) берілген бағыты бойынша ( $A_1, A_2... A_n$ ) есептеу. Кинематиканың кері есебі - жұмыс денесінің берілген позициясы  $(X, Y, Z)$  және оның кинематикасының белгілі схемасы бойынша бұрыштарды ( $A_1, A_2 A_n A_n$ ) есептеу. Тура есепті шешу манипулятордың жұмыс денесін оның буындарының берілген бұрыштарында табуды, ал кері есеп - оның жұмыс денесін берілген күйде болуы үшін манипулятор буындарына қандай параметрлерді беруді сипаттайды [6].

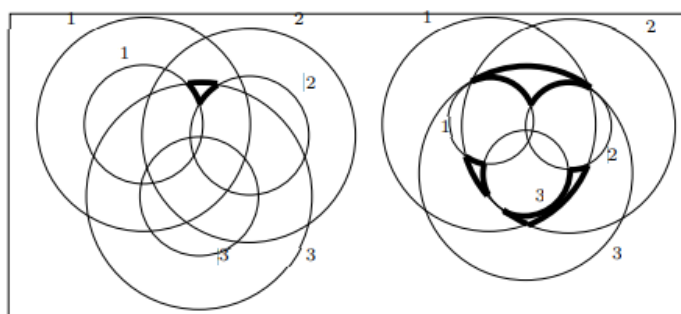
Тура және кері кинематика мәселелеріне кіріспес бұрын, жұмыс аймағын басынан бастап анықтау әдісін таңдаған жөн. Әрі қарайғы жұмыс үшін 3 еркіндік дәрежесі бар дельта параллельді роботтың жұмыс аймағын табу әдісін анықтау тапсырмасы таңдалды.

**Жұмыс аймағы.** Роботтың жұмыс аймағы - робот қол жеткізе алатын барлық позициялардың жиынтығы. Бұл бірқатар факторларға, соның ішінде манипулятордың өлшеміне, робот құрылым шектеулеріне байланысты. Сондай-ақ, жұмыс аймағының әртүрлі орналасуы мен бағдарларында жетектерге жүктемелерді бөлу кезінде тұрақты емес болуы мүмкін, нәтижесінде жетектерге жүктеме рұқсат етілгеннен үлкен болатын аймақтар бар, бұл позициялау дәлдігінің айтарлықтай жоғалуына әкеледі. Осылайша, теориялық тұрғыданғы аймақтар механизмнің жұмыс кеңістігіне енгеніне қарамастан, кейбір салаларда нақты манипулятордың жұмыс істеуі қолайсыз немесе тіпті мүмкін емес болады [1].

Жұмыс аймағын есептеу үшін геометриялық, сандық және дискретизация әдістері қолданылады. Бұл жұмыста сандық әдістер қарастырылмайды, себебі олардың математикалық аппараттың күрделілігіне және қолданылу саласы параллель манипуляторлардың кіші класына байланысты шектеулі болады.

**Геометриялық әдіс.** Әдістің мақсаты - роботтың жұмыс кеңістігінің шекарасын геометриялық анықтау. Бұл принцип әр сегменттегі шектеулерден сегменттің шектеулерін қанағаттандыратын барлық мүмкін  $X$  орындарын сипаттайтын геометриялық  $W_1$  нысанын шығару. Әрбір механикалық қолы үшін осындай нысанның бірі алынады және роботтың жұмыс кеңістігі барлық  $W_1$  қиылысынан тұрады.

Бұл әдісті J-P. Merlet параллель 6 DOF манипуляторы үшін жұмыс кеңістігін құру кезінде қолданды [7]. Әдісті қолдану нәтижесінде 6 аймақты аламыз, ал жұмыс кеңістігі бұл аймақтардың қиылысы болып табылады. Сондықтан жұмыс кеңістігінің шекарасы дөңгелек доғалар болып табылады. 1-суретте мысал келтірілген (анық болу үшін тек үш аймақ пайдаланылады).

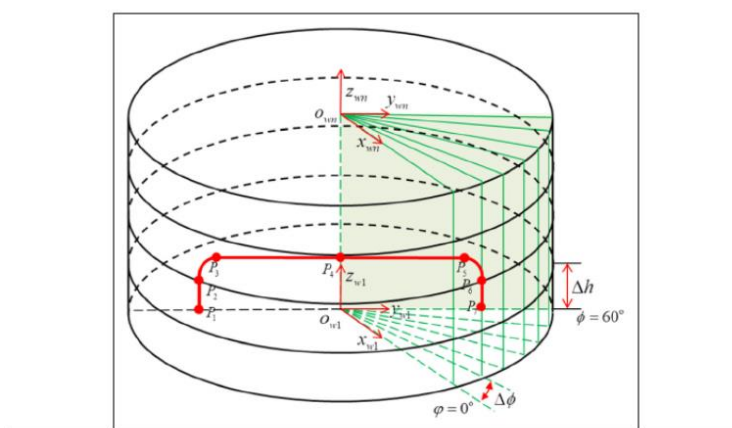


Сурет 1 - Қалың сызық үш доғалы аймақтың қиылысуынан алынған жұмыс аймағының шекарасын көрсетеді [7].

Дәл осы әдіс 5-DOF параллель механизмінің және 3-PRR жазық-параллель механизмінің жұмыс аймағын табу үшін қолданылды [8,9]. Геометриялық тәсілдің басты ерекшелігі оның өте жылдам және дәл болуы, сонымен қатар жұмыс кеңестігінің көлемін тиімді есептеуге болатын жұмыс аймағының минималды көрінісін қамтамасыз етеді.

Оның кемшіліктері мынада, барлық шектеулерді ескеру қиын болуы, ол қарастырылып отырған роботқа бейімделуі қажет және жұмыс аймағының минималды көрінісі қозғалысты жоспарлау сияқты тапсырмалар үшін қолайлы болмауы мүмкін.

**Дискретизация әдісі.** Жұмыс аймағын есептеуге арналған көптеген жұмыстарда жұмыс кеңестігінің шекараларын анықтау үшін дискретизациялауға негізделген әдістер қолданылады. Бұл дискретизация тәсілімен жұмыс кеңестігі түйіндердің тұрақты торымен жабылады. Содан кейін әрбір түйін жұмыс кеңестігіне тиесілі екендігі тексеріледі. Жұмыс кеңестігінің шекарасы кемінде бір жақын көрші жұмыс кеңестігіне жатпайтын жарамды түйіндер жиынынан тұрады. Дискретизация әдісі сериялық және параллель манипуляторларда, параллель 3-RPS роботтарында, дельта роботтарында қолданылды [10,11,12].



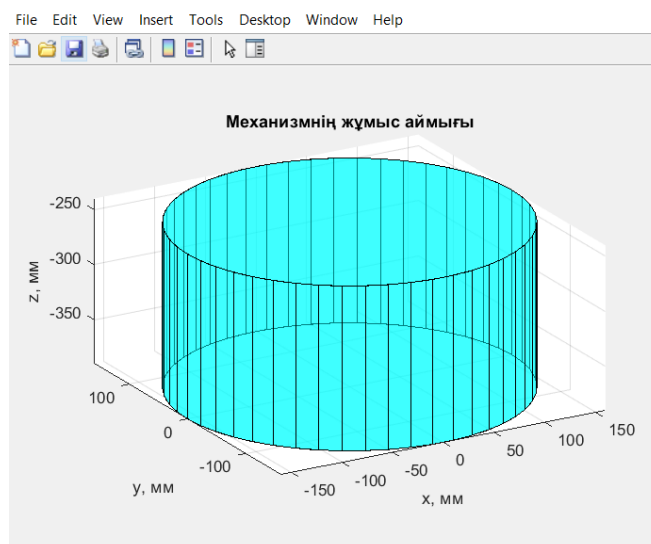
Сурет 2 - Жұмыс кеңестігін дискретизациялау [10].

Бұл әдістің артықшылығы - бұл барлық шектеулерді ескеруге мүмкіндік береді. Бірақ бұл тәсілдің кейбір кемшіліктері бар:

- шекараның дәлдігі торды құру үшін қолданылатын іріктеу қадамына байланысты, есептеу уақыты іріктеу қадамымен экспоненциалды түрде өседі;
- жұмыс кеңестігінде бос орындар болған кезде қиындық туындайды;
- шекара көрінісі көптеген түйіндерді қамтуы мүмкін;
- шекара әртүрлі операциялар үшін қолданылған кезде, бұл операциялар дискретті нүктелер жиынтығымен ұсынылған шекарада орындалған кезде, олар үлкен есептеу шығындарын талап етеді.

**Нәтижелер.** Дельта роботының нақты жұмыс аймағы күрделі пішінге ие, оны сипаттаудың нақты тәсілі жоқ. Сонымен қатар, берілген жұмыс аймағының нақты бір тапсырмаға сәйкес келетінін түсіну қиын. 3 DOF дельта параллель роботы үшін басты ерекшелігі - роботтың атқарушы құрылғысының кеңестіктік бағытын сақтауға мүмкіндік беретін манипулятор құрылымында параллелограммдарды қолдану. Яғни, жұмыс аймағын анықтаудың ең жақсы нұсқасы барлық шектеулерді ескеретін дискретизациялау әдісін қолдану.

Көбінесе нақты жұмыс аймағының пайдаланылмайтын аймақтарын азайту үшін қажетті жұмыс аймағы қарапайым фигуралардың жиынтығы ретінде ұсынылады: цилиндр және кесілген конус немесе цилиндр және шардың бөлігі. Барлық мәселелерді ескере отырып, робот жұмыс аймағының формасы қарапайым таңдалады. Дөңгелек цилиндр немесе параллелепипед түріндегі жұмыс аймағымен жұмыс істегенде, мұндай параметрлері бар роботтың белгілі бір тапсырмаға сәйкес келетінін түсіну оңай. Осы жұмыста MATLAB жүйесінде жұмыс аумағын құру алгоритмінің жұмыс үлгісін енгіздім (3 - сурет).



Сурет 3 - MATLAB жүйесінде 3 DOF дельта параллель роботы жұмыс аймағын құру

Цилиндрлік жұмыс аймағын таңдау оның "үнемділігіне" негізделген. Басқаша айтқанда, топсалы шектеулерді енгізу кезінде нақты жұмыс аймағының пішіні көбінесе күрделі беттермен жоғарыдан және төменнен шектелген алтыбұрышты призмаға ұқсайды. Ал цилиндр алтыбұрышты призмаға нақты жұмыс аймағының қалған пайдаланылмаған көлемі аз болып қалатындай етіп орналасады.

**Қорытынды.** Жұмыс аймағын есептеудің екі әдісі қарастырылды: геометриялық әдіс және дискретизация әдісі. Роботтың жұмыс аймағын зерттеу әдісін таңдау тапсырмаға және роботтың құрылысына байланысты

Геометриялық әдісте есептеулер дискретизация әдісімен салыстырғанда жылдам әрі дәл болады және оңтайлы құрылым және буындар арасындағы соқтығысу сияқты мәселелер туралы түсінік береді, бұл параллельді роботты жобалау кезеңінде артықшылық болып табылады. Дегенмен, бұл әдіс әрбір робот үшін қол жетімді емес.

Дискретизация әдістері шектеулермен ыңғайлы жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бірақ кадамдық дәлдігі, түйіндердің үлкен саны және манипуляторды салыстыруда немесе құрылымын талдауда пайдалану үшін оңай болмауы бұл әдістің кемшілігі болып табылады.

Роботтың әрі қарай жұмысы 3 еркіндік дәрежесі бар дельта параллельді роботпен болатындықтан, жұмыс аймағын есептеу үшін дискретизация әдісі таңдалды және оның моделі MATLAB жүйесінде құрастырылды. Алдағы жұмыстарда кинематиканың тура және кері есептерін шешу нұсқалары қарастырылады.

#### Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

1. Merlet, Jean-Pierre. Параллельные роботы, 2-е издание. - Springer, 2008, 402 б.
2. Patel, Y., and George, P., "Parallel Manipulators Applications-A Survey," Modern Mechanical Engineering, 2012 № 2(3), P. 57-64
3. Zhang, D., Parallel Robotic Machine Tools, Springer, New York., 2010, P. 1-18
4. Биргер И. А. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Т.3 / И. А. Биргер, Я. Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1968, 568 с.
5. Глазунов В. А. Пространственные механизмы параллельной структуры / В. А. Глазунов, А. Ш. Колискор, А. Ф. Крайнев. – М.: Наука, 1991, 95 с.
6. Кинематика: прямая и обратная задачи. [Электрондық ресурс]. - URL: <https://robocraft.ru/mechanics/756> (қолдану уақыты: 16.12.2022).
7. Merlet, Jean-Pierre. Geometrical determination of the workspace of a constrained parallel manipulator. 1992, P. 7-20

8. Farzanehkaloorazi, Mohammadhadi & Masouleh, Mehdi & Caro, Stéphane & Mashhadi Gholamali, Behnam. Determination of Maximal Singularity-Free Workspace of Parallel Mechanisms Using Constructive Geometric Approach. Mechanisms and Machine Science. 2015, P.25-36
9. Masouleh, Mehdi & Gosselin, Clément & Saadatzi, Mohammad Hossein & Taghirad, Hamid. A Geometric Constructive Approach for the Workspace Analysis of Symmetrical 5-PRUR Parallel Mechanisms (3T2R). Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference. 2010, P.1-10
10. Ni, Jinlu & Mei, Jiangping & Hu, Weizhong. A hierarchical approach for rigid-body dynamics model simplification of a high-speed parallel robot by considering kinematics performance. Science Progress. 2021 №104(4), P.1-25
11. Jha, Ranjan & Chablat, Damien & Baron, Luc. Influence of Design Parameters on the Singularities and Workspace of a 3-RPS Parallel Robot. 2018 № 42(1), P.30-37
12. Castelli, Gianni & Ottaviano, Erika & Ceccarelli, Marco. A Fairly General Algorithm to Evaluate Workspace Characteristics of Serial and Parallel Manipulators. Mechanics Based Design of Structures and Machines - MECH BASED DES STRUCT MECH. 2008 № 36, P.14-33.

## **ANYLOGIC ОРТАСЫНДА АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН КӨЛІКТІК ЖҮЙЕНІ МОДЕЛЬДЕУ**

Сахышов Адиль Амангелдиевич  
[sakhyshov@gmail.com](mailto:sakhyshov@gmail.com)

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университетінің Ақпараттық технологиялар  
факультетінің 1-курс магистранты  
Ғылыми жетекшісі – Шукирова А.К.

Аңдатпа. AnyLogic көмегімен өндірістік процестердің өзгеру нәтижелерін болжауға және осы болжамдарға негізделген негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік беретін өте күрделі және дәл модельдер жасауға болатын арнайы орта. Бұл мақалада өндірістік компанияларда зауыттық логистиканы модельдеу үшін AnyLogic бағдарламасын қолдану қарастырылады. Бұл бағдарламаның көмегімен өндіріс өнімділігінің өзгеруін болжауға және өндіріс процестерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін дәлірек және күрделі модельдер жасауға болады. Бағдарлама көмегімен бөлшектер мен өнімдерді жеткізетін роботтарды қолдана отырып, зауыттық логистиканы модельдеді. Бұл құрастыру цехының жұмысын оңтайландыруға және өндіріс тиімділігін жақсартуға әкелді.

Covid-19 пандемиясымен жеделдетілген онлайн тапсырыстарға сұраныстың артуы логистика мен тасымалдауды алдыңғы қатарға шығарды[1]. Қоймаларды қоса алғанда, бүкіл жеткізу тізбегінің тиімділігі мен икемділігіне деген қажеттілік логистикалық стратегияларды жақсарту бойынша зерттеулерді ынталандырды [3]. Автоматтандырылған басқарылатын көлік құралдары (АБКҚ) осы тұрғыда сенімді және икемді ішкі көлік жүйесінің бөлігі ретінде кеңінен қолданылады. Логистикалық көліктерді автоматтандыру шығындар мен жұмыс уақытының төмендеуіне байланысты басқа да артықшылықтар әкелуі мүмкін[4], [5], [6]. Логистикалық автоматтандыру зауыттармен немесе қоймалармен шектелмейді және оны әртүрлі ғимараттарда қолдануға болады. Автономды көліктер шикізат пен дайын өнімді зауыттар немесе шеберханалар сияқты өндіріс орталықтарында және ауруханаларда, қарттар үйінде немесе қонақ үйлерде тамақ, зығыр немесе дәрі-дәрмек сияқты көптеген тауарларды тасымалдай алады.

Көлік құралдарының көптеген түрлері олар тасымалдауы керек заттарға сәйкес автоматтандырылған, соның ішінде тапсырыс жинаушылар, жүк көтергіштер, жүк көліктері, төмен көтергіш паллет арбалары және сүйреу пойыздары. Көлік құралдарынан басқа, арнайы жоспарлау және бақылау жүйесі, сондай-ақ инфрақұрылымдағы кейбір өзгерістер қажет болуы мүмкін. Бұл айтарлықтай инвестицияларға әкелуі мүмкін болғандықтан, көлік құралдарының мүмкіндіктері мен олардың тиімділікке әсерін талдау арқылы мүмкін болатын шектеулерді анықтаған жөн. Бұл талдауды тығырыққа тіреу, жол қозғалысы ережелері, кептеліс, тиімділік және тауарларды жеткізудегі кідірістер сияқты басқа мәселелерді анықтауды қамтуы мүмкін модельдеу