

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

Сәдуақас Рамазан Дайырханұлы

«Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару
бөлігін әзірлеу»

дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07113 - Робототехника және мехатроника

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы



дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару
бөлігін әзірлеу»

6B07111 - Робототехника және мехатроника

Орындаған

Садуакас Р.

Рецензент

Ғылыми жетекшісі

Абай атындағы ҚазҰПУ,
Физика кафедрасының қауым. проф.ма.
техника ғылымдарының кандидаты

техника ғылымдарының магистрі,
оқытушы

Жаменкеев Е. К.
«07» 06 2025 ж.

Игембай Е
«05» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

6B07113 - Робототехника және мехатроника



Дипломдық жобаны орындауға арналған

ТАПСЫРМА

Білім алушы Сәдуақас Рамазан Дайырханұлы

Тақырыбы: Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару бөлігін әзірлеу

Университет ректорының 2025 жылғы «__» қараша №548-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «09» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino, SolidWorks.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) микрохирургиялық роботты пайдалану маңыздылығы мен оның болашағын түсінуге мүмкіндік беретін жан-жақты анализ жасау болып табылады

б) роботтың жұмыс мүмкіндіктері

в) робот пайдалылығын дәлелдеу

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 15 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 12 атаулардан

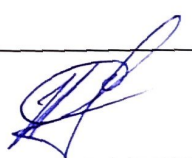
Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігі
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	16.01-12.02.2025 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	19.03-17.04.2025 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-22.05.2025 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының

ҚОЛДАРЫ

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкеснің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	03.06.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Игембай Е.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Сәдуақас Р.Д.

Күні

«08» 06 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл жұмыста микрохирургиялық операцияларда қолдануға арналған робот-манипулятордың басқару бөлігін әзірлеу мәселесі қарастырылады. Робот-манипулятор жоғары дәлдікті, сенімділікті және икемділікті қамтамасыз ете отырып, хирургтың қозғалыстарын дәл қайталауға қабілетті. Жоба аясында басқару жүйесінің құрылымы, оның аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етілуі сипатталады. Сонымен қатар, басқару алгоритмдері мен қозғалыс дәлдігін арттыруға бағытталған тәсілдер ұсынылады. Зерттеу нәтижелері микрохирургиялық араласулардың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается проблема разработки управляющей части робота-манипулятора для использования в микрохирургических операциях. Робот-манипулятор способен точно повторять движения хирурга, обеспечивая при этом высокую точность, надежность и гибкость. В рамках проекта описывается структура системы управления, ее аппаратное и программное обеспечение. Кроме того, предлагаются алгоритмы управления и подходы, направленные на повышение точности движения. Результаты исследования позволяют повысить эффективность и безопасность микрохирургических вмешательств.

ANNOTATION

In this thesis, the problem of developing the control part of a robotic manipulator for use in microsurgical operations is considered. The robotic manipulator is able to accurately repeat the movements of the surgeon, providing high accuracy, reliability and flexibility. Within the framework of the project, the structure of the control system, its hardware and software are described. In addition, control algorithms and approaches aimed at improving the accuracy of movement are proposed. The results of the study make it possible to increase the effectiveness and safety of microsurgical interventions.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	5
1 Микрохирургиялық роботтарды зерттеудің өзектілігі	6
1.1 Микрохирургия саласының дамуы және маңызы	7
1.2 Нарықтағы медициналық роботтарға қысқаша шолу	8
1.3 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері	12
2. Негізгі электронды компоненттер және олардың қолданыс аймағы	14
2.1 Манипулятордың жұмыс жасау алгоритмін құру	19
2.2 Электронды схемалық сұлбасын тұрғызу	20
3. Роботты бағдарламалау бөлімі	22
3.1 Arduino IDE – де манипуляторды кодтау	24
3.2 Жобаның жүзеге асуы және нәтижелер	26
Қорытынды	28
Пайдаланылған әдебиеттер	29
Қосымша А	31

КІРІСПЕ

Бүгінгі таңда ғылым мен техниканың дамуы адамзат өмірінің барлық салаларына, соның ішінде медициналық технологияларға да үлкен өзгерістер әкелуде. Заманауи медициналық құрылғылар дәстүрлі әдістерге қарағанда [2] анағұрлым жоғары дәлдікпен, сенімділікпен және тиімділікпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Әсіресе, микрохирургия саласында қолданылатын роботтық жүйелер күрделі операцияларды қауіпсіз және нақты орындауға жол ашып отыр. Аталған технологиялар хирургияда адам қолының шектеулерін жеңуге, операциялық қатені азайтуға және оңалту кезеңін қысқартуға мүмкіндік береді. Микрохирургиялық роботтар – жоғары технологиялық құрылғылар [1] болып табылады. Олар оператордың қозғалысын нақты қайталап, миллиметрдің жүзден бір бөлігіндегі дәлдікпен әрекет етеді. Мұндай жүйелердің табысты жұмыс істеуі – ең алдымен, оларды басқаратын ішкі жүйелердің сенімділігі мен үйлесімділігіне байланысты. Басқару блогы – роботтың “миы” ретінде барлық әрекеттерді үйлестіреді, сенсорлардан келіп түсетін деректерді өңдейді [6] және қажетті қозғалыстарды жүзеге асырады.

Бұл дипломдық жұмыста микрохирургиялық роботтың басқару бөлігін дайындау мәселесі қарастырылады. Жұмыстың басты мақсаты – заманауи талаптарға сай, дәл және сенімді басқару жүйесін жобалау. Бұл жүйе роботтың жұмыс істеу тұрақтылығын қамтамасыз етіп, операция барысында туындайтын қауіп-қатерді барынша азайтуға бағытталады. Жобада басқару блогының техникалық сипаттамалары, функционалдық құрылымы, бағдарламалық қамтамасыздандыру және жүйенің тиімділігін арттыру жолдары талданады. Зерттеу барысында отандық және шетелдік ғылыми еңбектерге сүйене отырып, микрохирургиялық роботтарды басқарудың теориялық негіздері қарастырылады. Сонымен қатар, нақты жобалау қадамдары, таңдалған техникалық шешімдер мен олардың негіздемелері ұсынылады. Бұл жұмыс келешекте нақты медициналық құрылғыларды жасауда және жетілдіруде пайдалы болуы мүмкін.

1 Микрохирургиялық роботтарды зерттеудің өзектілігі

Медициналық технологиялардың қарқынды дамуы соңғы онжылдықтарда хирургия саласына түбегейлі өзгерістер енгізді. Әсіресе, микрохирургияда жоғары дәлдікті, шапшаңдықты және тұрақтылықты талап ететін операцияларды орындау үшін роботтандырылған жүйелерді қолдану айрықша маңызға ие болып отыр. Микрохирургиялық роботтар – бұл адам қолының табиғи қозғалысын қайталай отырып, микромасштаптағы манипуляцияларды жоғары нақтылықпен орындай алатын интеллектуалды құрылғылар. Дәстүрлі микрохирургиялық операциялар хирургтың ептілігі мен тәжірибесіне тікелей тәуелді болады, алайда адам факторының әсерінен қателіктің болу ықтималдығы да сақталады. Робототехникалық жүйелер бұл тәуекелді азайтып, операцияның қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, мұндай құрылғылар хирург қолының дірілін сүзгіден өткізіп, микроскопиялық дәлдікпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бұл жүйке, көз, қан тамырлары сияқты нәзік мүшелермен жұмыс жасауда да ерекше маңызды.

Бүгінгі таңда дамыған елдерде (мысалы, АҚШ, Жапония, Германия) роботтандырылған микрохирургиялық жүйелер клиникалық тәжірибеге кеңінен енгізіліп жатыр. Алайда Қазақстанда бұл сала әлі қалыптасу үстінде. Отандық медицинада жоғары технологиялық құрылғыларды енгізу – уақыт талабы, әрі халық денсаулығын жақсартудың маңызды жолы. Осы орайда, отандық мамандардың қатысуымен дайындалатын робот-манипуляторларды әзірлеу – медициналық құрал-жабдықтар импортына тәуелділікті азайтып, отандық ғылым мен өндірісті дамытудың негізі болмақ.

Осыған байланысты микрохирургиялық роботтарды, әсіресе олардың басқару жүйесін зерттеу мен жобалау – ғылыми, техникалық және әлеуметтік тұрғыдан да өзекті. Мұндай зерттеулер болашақта роботты хирургияны кеңінен қолданысқа енгізуге, хирургиялық араласулардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

1.1 Микрохирургияның дамуы және маңызы

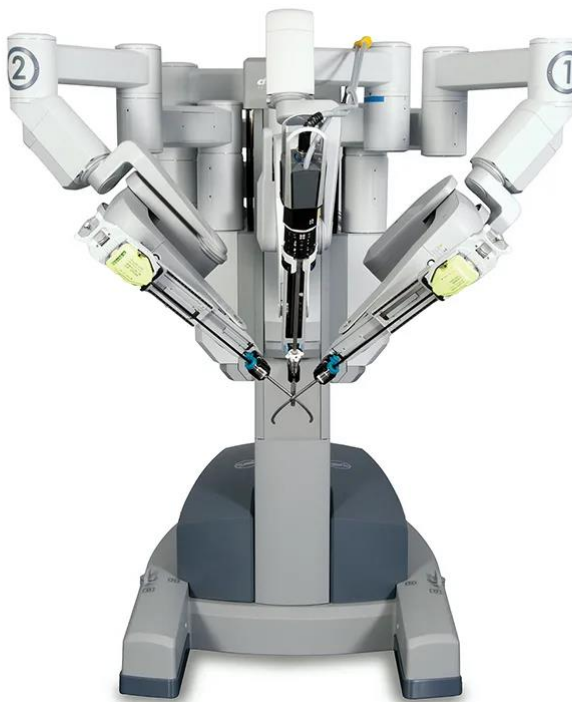
Микрохирургия — заманауи хирургияның жоғары дәлдікті талап ететін, оптикалық үлкейткіштер мен микроқұралдардың көмегімен ұсақ анатомиялық құрылымдарға (қан тамырлары, жүйке талшықтары, лимфа түйіндері және т.б.) ота жасауға бағытталған бағыты. Бұл сала 20-ғасырдың ортасында қарқынды дамып, қазіргі таңда көптеген күрделі операциялардың табысты орындалуына мүмкіндік беріп отыр. Микрохирургия алғаш рет 1960-жылдары нейрохирургия мен офтальмологияда кең қолданыс тапты. Ұзақ уақыттар өте келе, оның әдістері пластикалық хирургия, онкология, урология, травматология және репродуктивті медицина салаларына да енгізіле бастады. Әсіресе, ұсақ қан тамырлары мен жүйке талшықтарын қайта қосу (реанастомоз) мүмкіндігі хирургияның жаңа деңгейге көтерілуіне сеп болды. Микрохирургиялық араласулардың басты ерекшелігі — олардың инвазивтілігі

төмен, яғни пациенттің тіндеріне зиян аз келтіріледі. Бұл отадан кейінгі қалпына келу уақытын қысқартады және асқыну қаупін азайтады. Сонымен қатар, микроқұрылымдармен дәл жұмыс істеудің арқасында операция тиімділігі артады, ал емдеу нәтижесі ұзақ мерзімді болады. Микрохирургияда жоғары дәлдікпен жұмыс істеу — адам физиологиясының шегінен асып түсетін ептілік пен тұрақтылықты қажет етеді. Осыған байланысты, заманауи медицинада роботтандырылған жүйелерді енгізу – микрохирургиялық операциялардың қауіпсіздігі мен тиімділігін одан әрі арттырудың негізгі жолы болып отыр. Роботтардың көмегімен хирург қолының дірілі жойылып, қозғалыстар дәлдігі бірнеше есе артады. Бұл жаңа технология микрохирургия саласының мүмкіндіктерін кеңейтуде.

Сондықтан микрохирургия тек медицина саласындағы техникалық жетістіктердің көрінісі ғана емес, сонымен қатар адамның өмір сапасын жақсартуға бағытталған маңызды ғылыми-тәжірибелік бағыт болып саналады.

1.2 Нарықтағы медициналық роботтарға қысқаша шолу

Бүгінгі таңда әлем нарығында кеңінен таралған бірнеше медициналық робот жүйелері бар. Солардың бірі — Da Vinci Surgical System. Бұл жүйе бірнеше онжылдықтар бойы клиникалық практикада қолданылып келеді және роботтандырылған хирургия саласындағы ең танымал платформа саналады. Оның құрамына хирургтың басқару пульті, бірнеше көпфункционалды робот қолдары және жоғары сапалы визуализация жүйесі кіреді. Da Vinci жүйесі күрделі операцияларды аса дәлдікпен орындауға мүмкіндік береді [11].



1.1-сурет – Da Vinci роботы

1) **Da Vinci** жүйесі - "мастер-слейв" архитектурасы бойынша жұмыс істейді: Яғни хирург консольде отырады және құралдарды тікелей ұстамайды, тек басқару тетіктері арқылы виртуалды түрде пәрмен беріп отырады. Роботтың қолдары хирургтің қозғалыстарын микродірілсіз және жоғары дәлдікпен қайталайды. Бұл жүйе адам мүмкіндігінен жоғары дәлдік пен шапшаңдықты қамтамасыз етеді

Артықшылықтары:

- Қан кету мен операциядан кейінгі ауырсыну азаяды.
- Қолмен орындалатын операцияларға қарағанда неғұрлым сезімтал және нақтылық жоғары.
- Операция ұзақ болса да, хирург ыңғайлы консольде жұмыс істейді.
- Ұсақ қимылдарды үлкейтіп орындауға мүмкіндік береді.

Кемшіліктері:

- Жүйе құны бірнеше миллион долларды құрайды.
- Техникалық қызмет шығындары көп.
- Мамандарды оқыту қажет: Әрбір хирург арнайы даярлық курсынан өтуі тиіс.
- Жүйені іске қосу мен конфигурациялау уақыты ұзақ.

Қолдану салалары: Урология (простатэктомия), Гинекология (миомэктомия, гистерэктомия), Жалпы хирургия (холецистэктомия, герниопластика), Кардиохирургия, Оториноларингология.

2) **Mako Robotic-Arm Assisted Surgery System** - бұл Stryker Corporation (АҚШ) компаниясы әзірлеген, ортопедиялық операцияларға арналған жоғары дәлдіктегі роботтандырылған жүйе. Жүйе алғаш рет 2006 жылы енгізіліп, кейінгі жылдары жетілдіріліп, кең қолданыс тапты. Мако жүйесі - буындарды протездеу операцияларын неғұрлым дәл, қауіпсіз әрі тиімді орындауға арналған.



1.2-сурет – MakoRobotic Arm роботы

Хирург КТ көмегімен пациенттің буын құрылымын 3D форматта алдын ала зерттеп, жоспар құрады. Операция кезінде робот хирургтың қимылын шектеп, тек алдын ала белгіленген аумақта құралдың қозғалуына мүмкіндік береді. Бұл-операция дәлдігін арттырып, тіңдер мен буындарды зақымданудан қорғайды.

Артықшылықтары:

- Тек зақымдалған аймақ өңделеді
- Пациент тез сауығады
- Әрпациентке жеке операция жоспарын жасау

Кемшіліктері:

- Тек ортопедия, яғни буын протездеуге бағытталған
- Робот хирургты толық алмастырмайды, тек көмекші құрал ретінде жұмыс істейді.
- Жүйенің өзі және оның техникалық қызметі өте қымбат

Қолдану салалары: Тізе буынын ішінара протездеу, Толық тізе буынын ауыстыру, Жамбас буынын ауыстыру.

3) **CyberKnife** – бұл Accuray Inc. компаниясы (АҚШ) әзірлеген роботтандырылған радиохирургиялық жүйе. Ол – дәстүрлі операциясыз, сәуле терапиясы (радиотерапия) арқылы ісіктерді (қатерлі және қатерсіз) жоюға арналған заманауи технология. CyberKnife — әлемдегі алғашқы толық роботтандырылған стереотаксикалық сәуле жүйесі болып табылады [12].



1.3-сурет – Cyberknife роботы

CyberKnife ісікке нақты бағытталған жоғары дозалы радиацияны бірнеше түрлі бұрыштан жібере отырып, оны жояды. Операция инвазивті емес, яғни кесу немесе жарақатсыз жүзеге асады. Жүйе нақты уақыттағы бейнелеу арқылы науқастың қозғалысын қадағалап, сәуле бағытын автоматты түрде бейімдеп отырады (мысалы, тыныс алғанда өкпенің қозғалуына қарай түзетіледі).

Артықшылықтары:

- Хирургиялық араласуды қажет етпейді.
- Қоршаған сау тіндерге зиян аз тиеді.
- Науқас тыныс алғанда ісік қозғалса да, сәуле соған бейімделеді.
- Химиотерапия, хирургиямен бірге қолдануға болады.

Кемшіліктері:

- Ісіктің кейбір түрлері тек хирургиялық жолмен жойылуы мүмкін.
- Емдеу уақытының ұзақтылығы
- Сәуле дозасы шектеулі

Қолдану салалары: Онкология (қатерлі ісіктерді жою), Нейрохирургия (ми ісіктері, AVM, тригеминалдық невралгия), Омыртқа, өкпе, бауыр, бүйрек, ұйқы безі және простата ісіктері, Қатерсіз ісіктер мен функционалды бұзылулар

Ал осы көрсетілген роботтардың арасынан барлығының артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып қозғалыс буындары идеалы ретінде тако роботын алдым. Себебі оның 4 қозғалыс буынынан тұруы роботтың жұмыс барысында өзінің әлеуетінің жоғары екенін көрсетеді. Ал басқару платформасы бойынша джойстик арқылы басқаруымен мен Da Vinci роботын үлгі еттім.

Берілген тақырып бағдарламалау бөлімі болғандықтан, қозғалыс бөлігінің жұмысы туралы тек қысқаша ғана сараптама жасадым. Алайда

демонстрация үшін қарапайым прототипін жасадым. Бірақ қозғалыс бөлігінің басты элементі жоғарғы сезімтал қозғалтқыштар болғандықтан осы төңіректе қысқаша осы мәселеге шолу жасап өтуді ұйғардым. Яғни буындарда қолданатын көптеген қозғалтқыш түрлері бар. Атқарушы жұмыс бөлігінің буындарын жасау үшін қандай қозғалтқыш пайдалануға болатынына қысқаша анализ жасайтын болсақ. Төменде салыстырма кестеде 4 түрлі қозғалтқыш түрін қарастырамыз:

Кесте 1.1 – Қозғалтқыштарды салыстыру

Түрі	Кемшіліктері	Артықшылығы
Сервоқозғалтқыш	Бағасы жоғары, күрделі басқару жүйесін қажет етеді	Жоғары дәлдікпен бұрышты, жылдамдықты және күшті басқара алады
BLDC щеткасыз қозғалтқыш	Жоғары кернеу мен арнайы драйвер қажет етеді	Жоғары тиімділік, ұзақ қызмет ету мерзімі, шудың аз болуы
Қадамдық қозғалтқыш	Дәлдік төмен, артық немесе кем қадамдар болуы мүмкін	Арзан, бірақ дәлдігі мен сенімділігі төмендеу
Гидро	Жүйе күрделі, ағып кету қаупі бар, техникалық қызмет көрсету қажет	Өте үлкен күш өндіре алады, ауыр жүктемелерге тиімді

Байқағанымыздай сервоқозғалтқыш көрсеткіштер бойынша бір сатыға жоғары екенін анықтадық. Сәйкесінше сервоқозғалтқышты хирургиялық роботымыздың жұмысына аламыз.

1.3 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Жұмыстың мақсаты:

Медициналық мақсатта қолданылатын роботтық манипулятордың басқару жүйесін жобалап, оның құрылымдық, алгоритмдік және бағдарламалық бөліктерін әзірлеу арқылы роботты дәл, сенімді және тиімді басқаруды қамтамасыз ету [10].

Жұмыстың міндеттері:

– Медициналық роботтарға жалпы шолу жасау. Нарықта қолданылып жатқан заманауи медициналық робот жүйелерін (Da Vinci, Mako, CyberKnife, т.б.) зерттеу, олардың артық кем тұстарын талдау.

- Робот манипулятордың құрылымын таңдау. Қозғалтқыштар (серво, шаговый), сенсорлар (позиция, күш, температура), және байланыс интерфейстерін анықтау.

- Басқару жүйесінің архитектурасын әзірлеу.

Микроконтроллер (мысалы, Arduino Nano) негізінде басқару блогының схемасын жасау және құрылғыларды біріктіру.

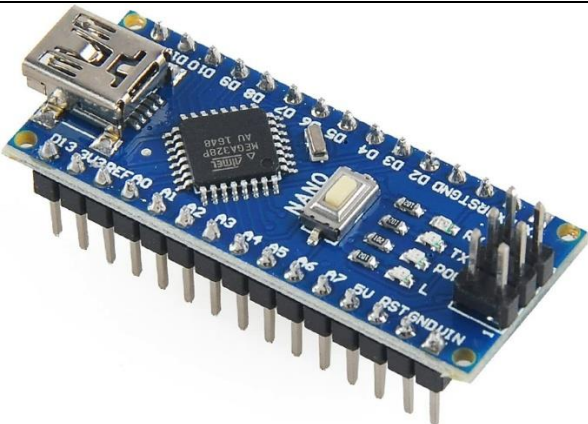
- Бағдарламалық жасақтама әзірлеу. Робот манипулятордың қозғалысын, күйін және байланысын басқаратын кодтарды жазу (C/C++ немесе Python тілінде).

- Жүйені модельдеу және тестілеу. Tinkercad немесе Proteus секілді платформаларда схема жинақтау, қозғалысты модельдеу, басқару сигналдарын тексеру.

- Эксперименттік нәтиже шығару. Робот жұмысын тестілеу арқылы оның дәлдігін, жылдамдығын және басқару сапасын бағалау.

2. Негізгі электронды компоненттер және олардың қолданыс аймағы

Кесте 2.1 – Жалпы компоненттер

1	Бағдарламалауға арналған микроконтроллер Nano Atmega328P	
2	Enjoy Board универсалды пьезодинамикті платасы	
3	Сервожетектер	

4	Джойстик модулі	
5	Micro- USB кабель	
6	Жалғаушы сымдар	
7	Батарейка	
8	Корпус PLA пластик	

Arduino Nano Atmega328P. Платаның басты артықшылығы - оның шағын өлшемі мен breadboard-қа тікелей орнатуға ыңғайлылығы. Сонымен қатар, ол 14 сандық кіріс/шығыс пині мен 8 аналогтық кіріс пиніне ие, бұл әртүрлі сенсорлар мен жетектерді оңай басқаруға мүмкіндік береді. Arduino Nano тақташасы USB арқылы бағдарламаланады [3] және Arduino IDE ортасымен толықтай үйлесімді. Nano тақтасы тұрақты, икемді, бағасы қолжетімді болғандықтан, оны робот техникасында, оқу-жаттығу құрылғыларында, ақылды жүйелерде және автоматты басқару құрылғыларында өте жиі қолданады.



2.1-сурет – Arduino Nano микроконтроллер

Негізгі сипаттамалары:

- Микроконтроллер: ATmega328P
- Жұмыс кернеуі: 5V
- Кіріс кернеуі (ұсынылған): 7–12V
- Сандық пиндер саны: 14 (оның 6-уы PWM қолдайды)
- Аналогтық кірістер саны: 8
- Жад: Flash: 32 KB (2 KB bootloader-ге арналған)
- USB байланысы: mini-USB порты арқылы
- Өлшемі: шамамен 18 мм x 45 мм
- Бағдарламалау: Arduino IDE арқылы жүзеге асады

Enjoy Board – бұл универсалды Nano микроконтроллеріне арналып жасалған икемделген тақта. Бұл плата көмегімен контроллер мен сенсорларды жетектер қозғалтқыштар мен жарық диодтарын оңай әрі тиімді байланыстыра аламыз. Және де денесінде қуат көзі батареясының болуы ықшамдылығымен өзінің көпсалалы жобаларға қолданысының бірден бір айқын дәлелі



2.2-сурет – Enjoy board тақтасы

Джойстик - бұл адам мен құрылғы арасындағы байланыс орнатуға арналған басқару құрылғысы. Ол көбінесе ойын құрылғыларында, робот техникасында, дрондарда және түрлі автоматтандырылған жүйелерде қолданылады.



2.3-сурет – Аналогтық джойстик

Қарапайым джойстик 2 негізгі осьтен тұрады: X осі – солға/оңға қозғалысты көрсетеді, Y осі – жоғары/төмен қозғалысты көрсетеді. Көптеген джойстиктерде ортасында батырма (Z осі) болады — оны басу арқылы қосымша әрекет те жасауға болады. Джойстик ішінде потенциометрлер (кернеу бөлгіштер) орналасқан. Тұтқаны қозғалтқанда, бұл потенциометрлердің мәні өзгереді. Бұл мәндер аналогтық сигнал түрінде

микроконтроллерге (мысалы, Arduino-ға) жіберіледі. Осы сигналдарға қарап жүйе қандай бағытта және қаншалықты қозғалу керектігін анықтайды.

Сервожетек - бұл бұрыштық немесе сызықтық қозғалысты басқаруға арналған электрлік қозғалтқыш. Ол көбінесе нақты бір бұрышқа бұрылу немесе дәл бір позицияны ұстау қажет болатын жүйелерде қолданылады. Робототехника, автоматтандырылған механизмдер мен түрлі басқару құрылғыларында сервомоторлар маңызды рөл атқарады. Сервожетекке PWM (импульстік ені модуляциясы) сигналы арқылы басқару командасы беріледі. Сигналдың ұзақтығына байланысты сервомотор белгілі бір бұрышқа бұрылады (мысалы, 0° – 180° аралығы).



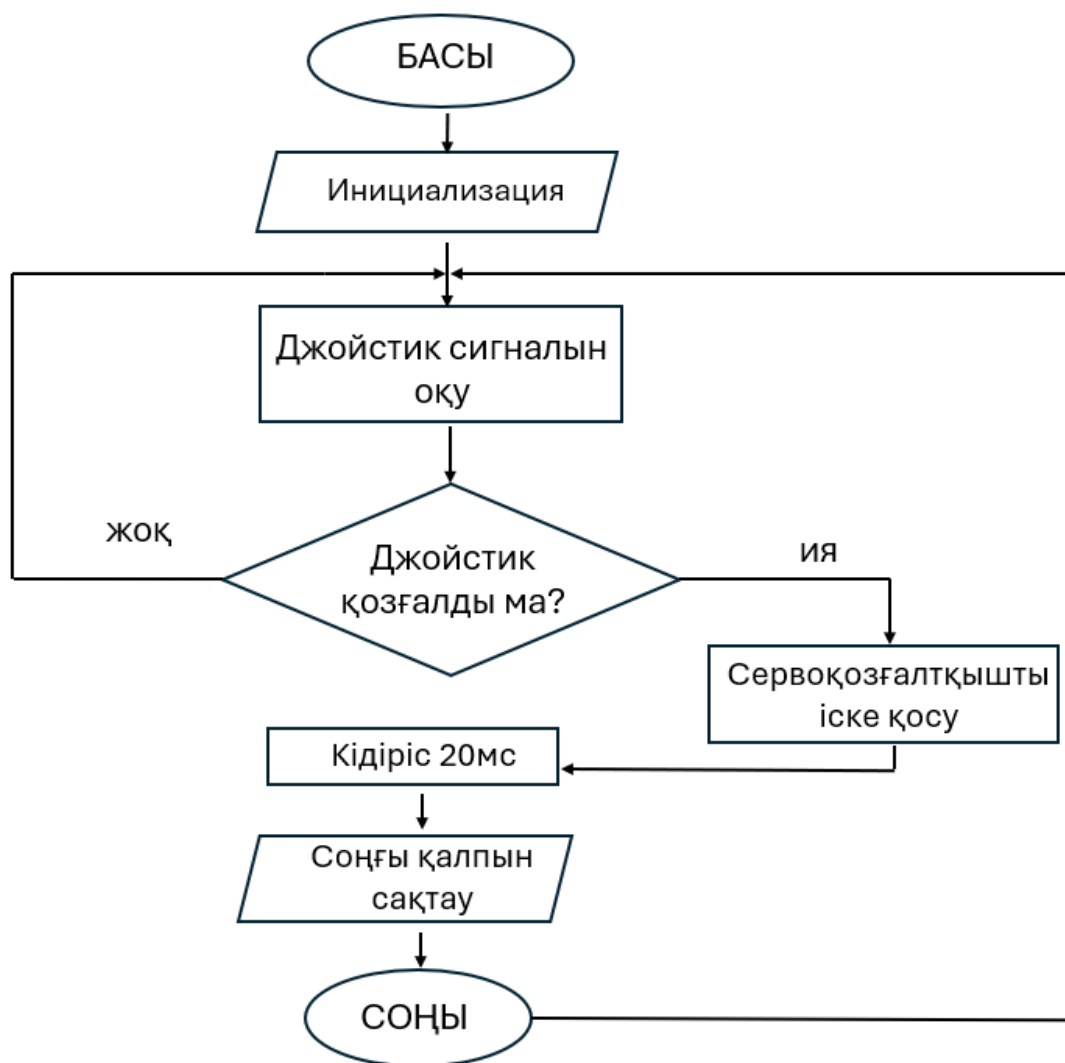
2.4-сурет – сервомотор

Сервожетек - басқарылатын қозғалысты жүзеге асыру үшін [4] роботтың маңызды компоненттерінің бірі. Бұл жобада ол манипулятордың әртүрлі буындарын дәл әрі сенімді қозғалту үшін қолданылды.

2.1 Манипулятордың жұмыс жасау алгоритмін құру

Манипулятордың жұмыс алгоритмі – құрылғының қай кезде, қандай әрекет атқаратынын реттейтін қадамдар жиынтығы. Роботтың прототипінің құрылысына пайдалануға арналған электронды компоненттерді дайындап алғаннан кейін оның алгоритмін құрастырамыз. Жүйе іске қосылған кезде алдымен барлық құрылғылар іске қосылып, бастапқы күйге орнатылады. Содан кейін манипулятор пайдаланушыдан немесе бағдарлама арқылы берілген команданы қабылдайды. Команданы өңдеген соң, тиісті сервоқозғалтқыштар қозғалып, қажетті әрекетті (мысалы, бұрылу, ұстау,

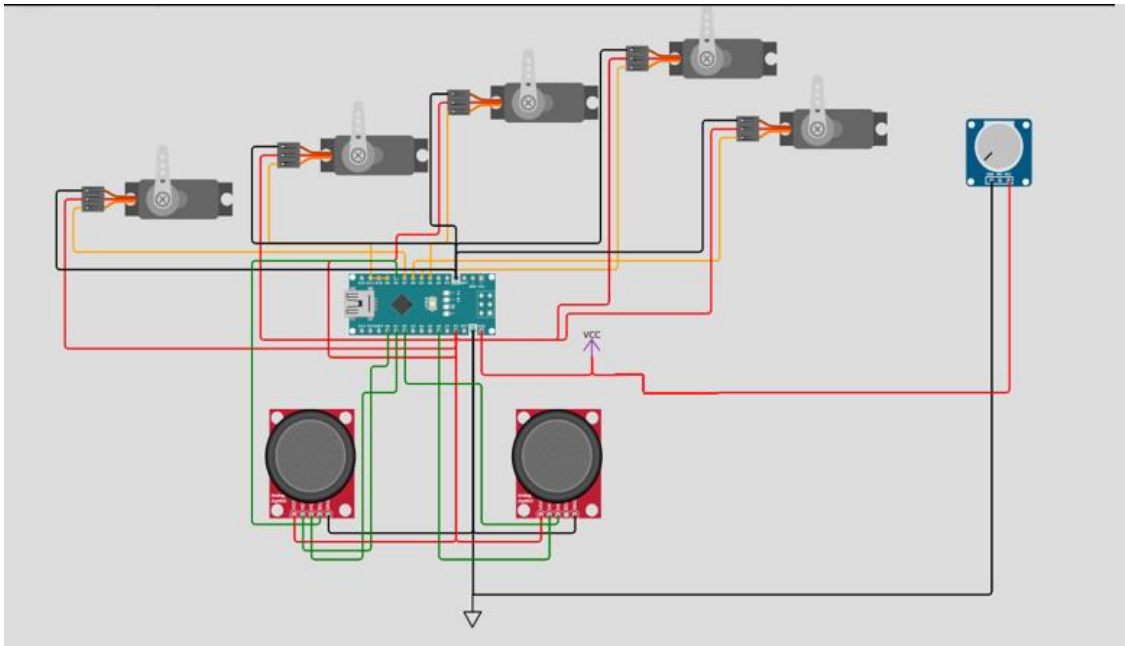
жылжу) орындайды. Әрекет орындалған соң, құрылғы келесі командаға дайын күйге келеді немесе жұмысын аяқтайды.



2.5-сурет – жұмыс алгоритмі

2.2 Электронды схемалық сұлбасын тұрғызу

Манипулятордың дұрыс және сенімді жұмыс істеуі үшін жүйенің барлық құрамдас бөліктері нақты әрі дұрыс жалғануы қажет. Осы мақсатта Arduino Nano микроконтроллерін, сервоқозғалтқыштарды, джойстикпен қуат көздерін және басқару элементтерін біріктіретін электронды схемалық сұлба құрдық. Бұл сұлба роботтың барлық электрондық бөліктерінің үйлесімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Әрбір байланыс дұрыс жасалып, қолданушы бұйрық берген сәтте микроконтроллер сигналдарды қажетті қозғалтқыштарға бере отырып жұмыс жасай бастайды.



2.6-сурет – электронды схемалық құрылымы

Алдын - ала жасалған құрылғыларды жалғау кестесіне қарай отырып виртуалды бағдарламада жалғау жұмыстарын жасап шықтым.Электронды схемадағы компоненттердің Arduino Nano платформасындағы қандай пииналарға қосылғандығы төмендегі кестеде көрсетілген.

Кесте 2.2 – Компоненттердің пиндарға жалғануы кестесі

Құрылғылар	Arduino-ға қосылу пиндары	Қызметі
VCC GND	5V GND	Қуат көзі
Servo1(SG90)	D4	Бірінші буынды қозғалысқа келтіру
Servo 2 (SG90)	D5	Екінші буынды қозғалысқа келтіру
Servo 3 (SG90)	D6	Үшінші буынды қозғалысқа келтіру
Servo 4 (SG90)	D7	Төртінші буынды қозғалысқа келтіру
Servo 5 (SG90)	D9	Қысқышты ашу/жабу
Джойстик 1 X ось Y ось	A0 A1	1 буынды басқару 2 буынды басқару
Джойстик 2 X ось Y ось	A2 A6	3 басқару 4 буынды басқару
Джойстик батырмасы	D8	5 буын қысқышты ашу/жабу
Светодиод	GND, VCC	Жарық қызметін атқару

Схемалық құрылымын толықтай аяқтап болғаннан кейін келесі қадамға көшеміз. Яғни бағдарламалау (кодтау) бөліміне.

3. Микрохирургиялық роботты бағдарламалау бөлімі

Бағдарламалау ортасы – Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) - бұл Arduino платформасына арналған ашық кодты бағдарламалау ортасы. Ол C/C++ тілінің негізінде жазылады және микроконтроллерді бағдарламалауға өте ыңғайлы [9].



3.1-сурет – Arduino IDE

Arduino IDE – микроконтроллерлерді басқаруға арналған [5] қарапайым, бірақ қуатты бағдарлама. Оның ашықтығы, кең қолдауы және кітапхана жүйесі оны шағын медициналық роботтарды бағдарламалауға тиімді құрал етеді.

Бұл дипломдық жобада медициналық роботты программалау үшін мен Arduino Nano Atmega 328p old микропроцессорлық тақтаны пайдаландым. Себебі функционалдығы жағынан UNO мен бірдей бірақ салмағы мен өлшемі жағынан робот корпусына орналастыруға өте ыңғайлы.

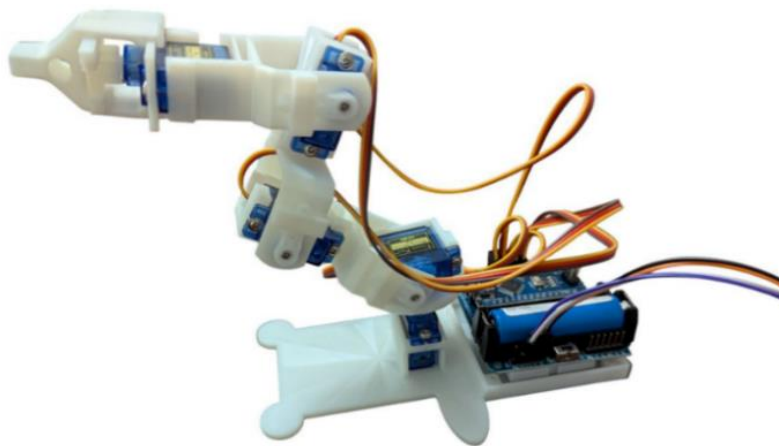


3.2-сурет – Arduino Nano

Роботтың жұмысын қамтамасыз ету үшін арнайы бағдарламалық жасақтама әзірленді. Бұл бөлім роботтың барлық функционалдық

элементтерін - сенсорлар, жетектер және пайдаланушымен өзара әрекеттесу интерфейсін - үйлестіріп басқарады.

Бағдарламалық қамтамасыз ету - микрожүйенің «миы» болып табылады. Ол роботтың нақты және сенімді жұмысын, сондай-ақ қауіпсіздік пен кері байланысты қамтамасыз етеді [8]. Жүйе әрі қарай дамытып, жаңа алгоритмдер қосуға ыңғайлы етіп модульдік принциппен жазылған.



3.3-сурет – Робот прототипі

Arduino IDE платформасымен жұмыс барысында келесідегідей функциялық қадамдар қолданылды

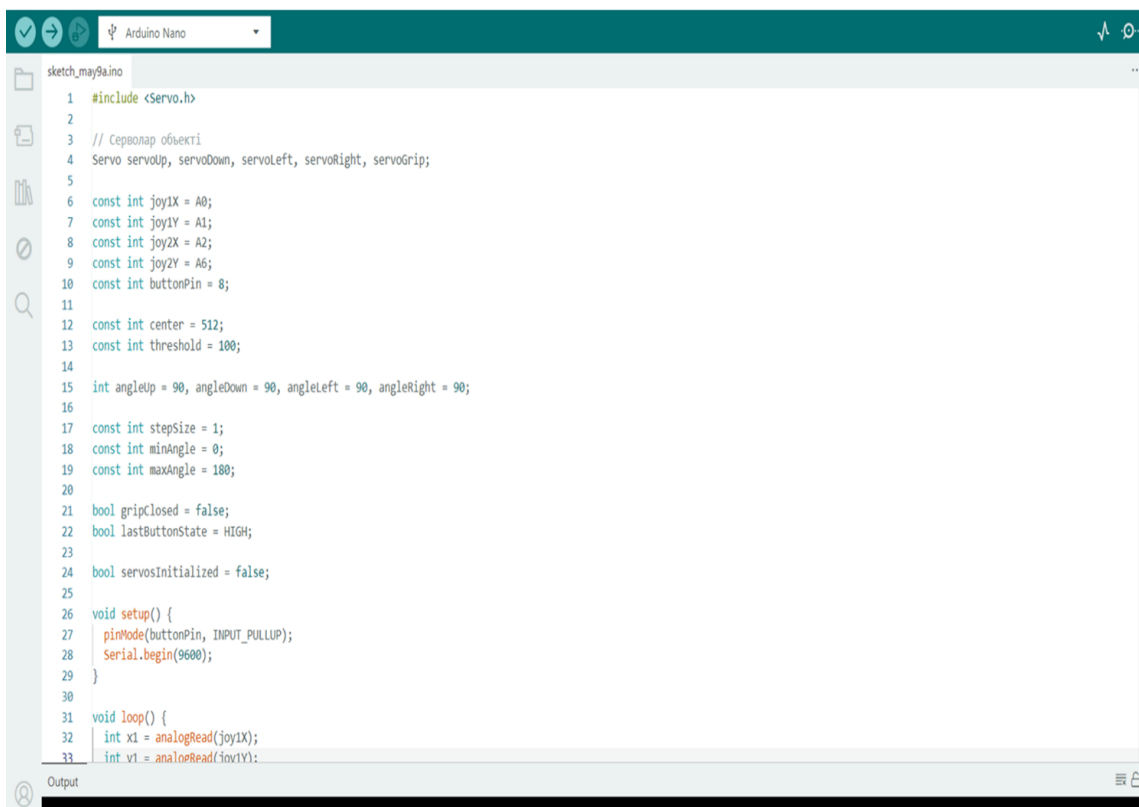
1) Код редакторы - бұл Arduino платасына арналған бағдарламаны жазуға, тексеруге және жүктеуге арналған қарапайым әрі ыңғайлы құрал.

2) Компилятор - бұл бағдарламалау тілінде жазылған кодты машина тіліне (яғни микроконтроллер түсінетін тілге) аударатын арнайы бағдарлама. Бұл процесс автоматты түрде "Тексеру" (✓) немесе "Жүктеу" (→) батырмасын басқанда орындалады.

3) Кітапхана менеджері - бұл дайын функциялар мен кодтар жиынтығы, олар белгілі бір құрылғылармен немесе датчиктермен жұмыс істеуді жеңілдетеді. Бұл арқылы сіз түрлі кітапханаларды (library) оңай түрде орнатып, жаңартып немесе өшіре аласыз.

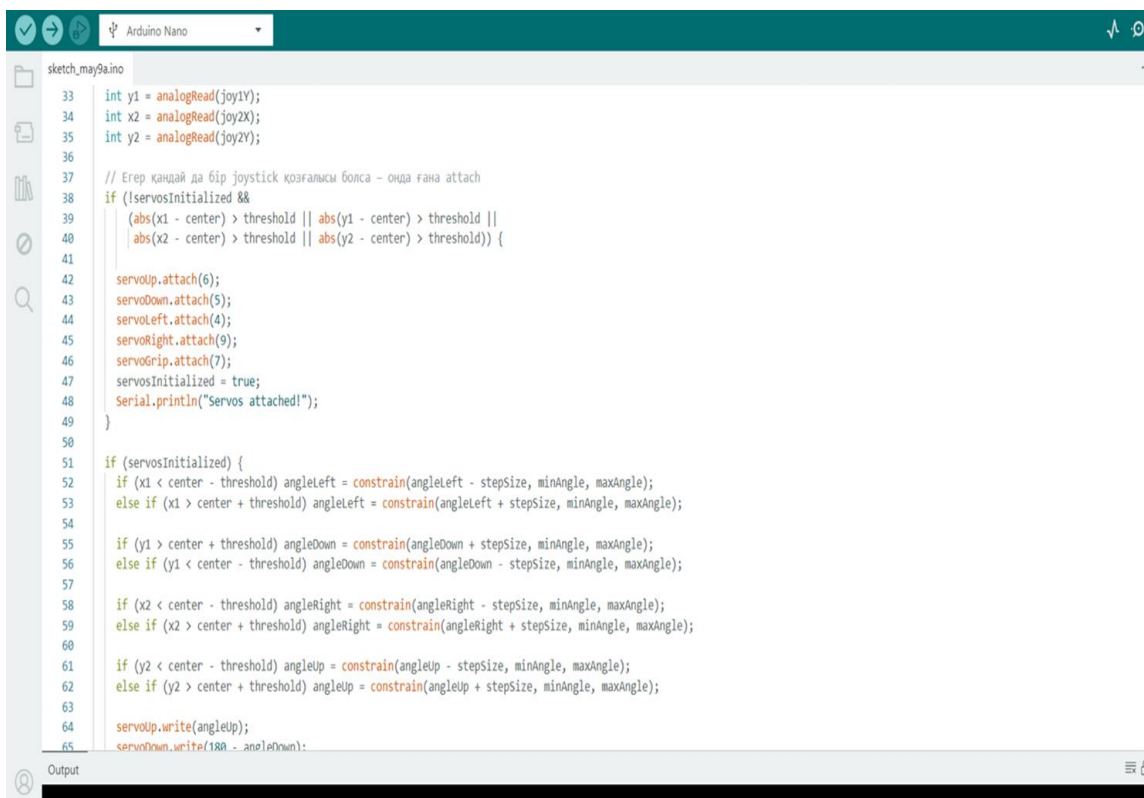
4) Басқарма менеджері Arduino IDE арқылы әртүрлі тақталарға арналған қажетті драйверлер мен құралдар пакетін орнататын жүйе. Arduino IDE әдепкіде тек негізгі тақталарды (UNO, Nano, Mega т.б.) таниды. Егер сіз ESP32 немесе STM32 сияқты басқа микроконтроллер қолданғыңыз келсе, Board Manager арқылы оларды IDE-ге қосуыңыз керек.

3.1 Arduino IDE – де манипуляторды кодтау



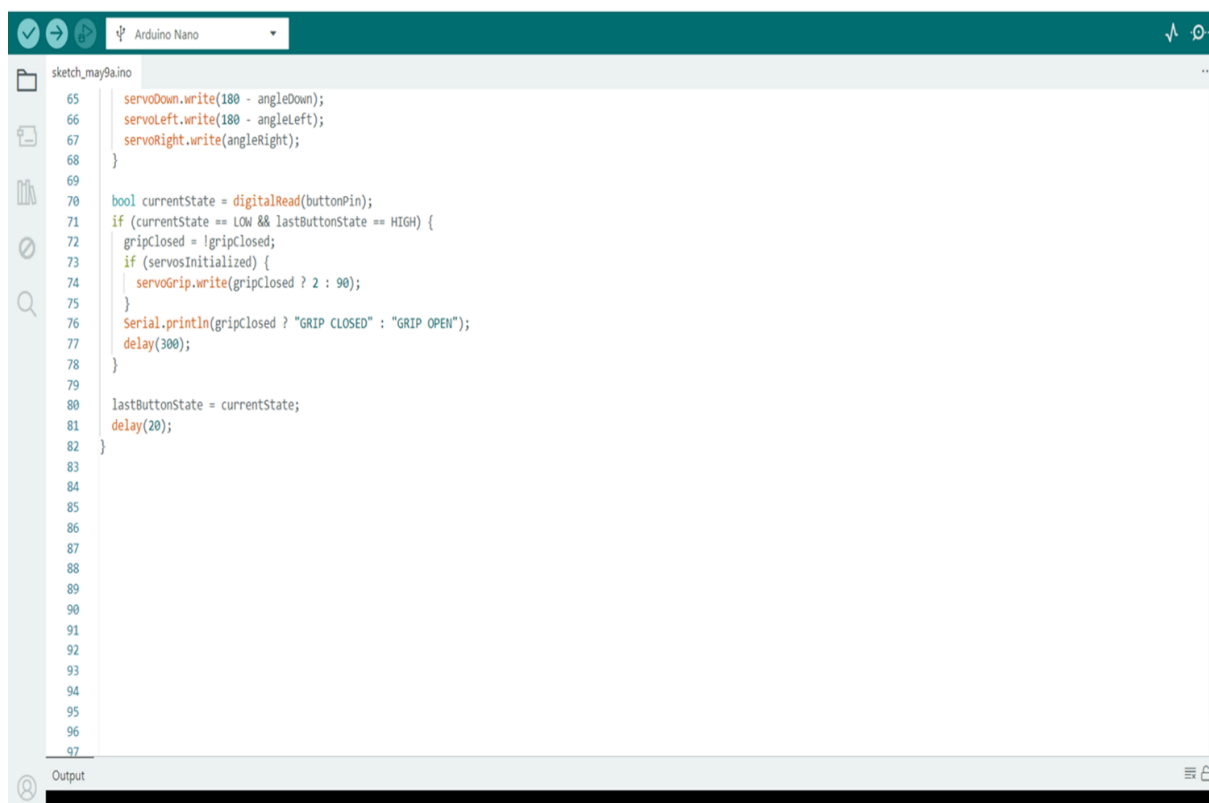
```
1 #include <Servo.h>
2
3 // Серволар объекти
4 Servo servUp, servDown, servLeft, servRight, servGrip;
5
6 const int joy1X = A0;
7 const int joy1Y = A1;
8 const int joy2X = A2;
9 const int joy2Y = A6;
10 const int buttonPin = 8;
11
12 const int center = 512;
13 const int threshold = 100;
14
15 int angleUp = 90, angleDown = 90, angleLeft = 90, angleRight = 90;
16
17 const int stepSize = 1;
18 const int minAngle = 0;
19 const int maxAngle = 180;
20
21 bool gripClosed = false;
22 bool lastButtonState = HIGH;
23
24 bool servosInitialized = false;
25
26 void setup() {
27   pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
28   Serial.begin(9600);
29 }
30
31 void loop() {
32   int x1 = analogRead(joy1X);
33   int v1 = analogRead(joy1Y);
```

3.4-сурет – бағдарламада кодтау



```
33   int y1 = analogRead(joy1Y);
34   int x2 = analogRead(joy2X);
35   int y2 = analogRead(joy2Y);
36
37   // Егер кандай да бір joystick қозғалысы болса - онда ғана attach
38   if (!servosInitialized &&
39       (abs(x1 - center) > threshold || abs(y1 - center) > threshold ||
40        abs(x2 - center) > threshold || abs(y2 - center) > threshold)) {
41
42     servUp.attach(6);
43     servDown.attach(5);
44     servLeft.attach(4);
45     servRight.attach(9);
46     servGrip.attach(7);
47     servosInitialized = true;
48     Serial.println("Servos attached!");
49   }
50
51   if (servosInitialized) {
52     if (x1 < center - threshold) angleLeft = constrain(angleLeft - stepSize, minAngle, maxAngle);
53     else if (x1 > center + threshold) angleLeft = constrain(angleLeft + stepSize, minAngle, maxAngle);
54
55     if (y1 > center + threshold) angleDown = constrain(angleDown + stepSize, minAngle, maxAngle);
56     else if (y1 < center - threshold) angleDown = constrain(angleDown - stepSize, minAngle, maxAngle);
57
58     if (x2 < center - threshold) angleRight = constrain(angleRight - stepSize, minAngle, maxAngle);
59     else if (x2 > center + threshold) angleRight = constrain(angleRight + stepSize, minAngle, maxAngle);
60
61     if (y2 < center - threshold) angleUp = constrain(angleUp - stepSize, minAngle, maxAngle);
62     else if (y2 > center + threshold) angleUp = constrain(angleUp + stepSize, minAngle, maxAngle);
63
64     servUp.write(angleUp);
65     servDown.write(180 - angleDown);
```

3.5-сурет – Бағдарламада кодта



3.6-сурет – бағдарламада кодтау

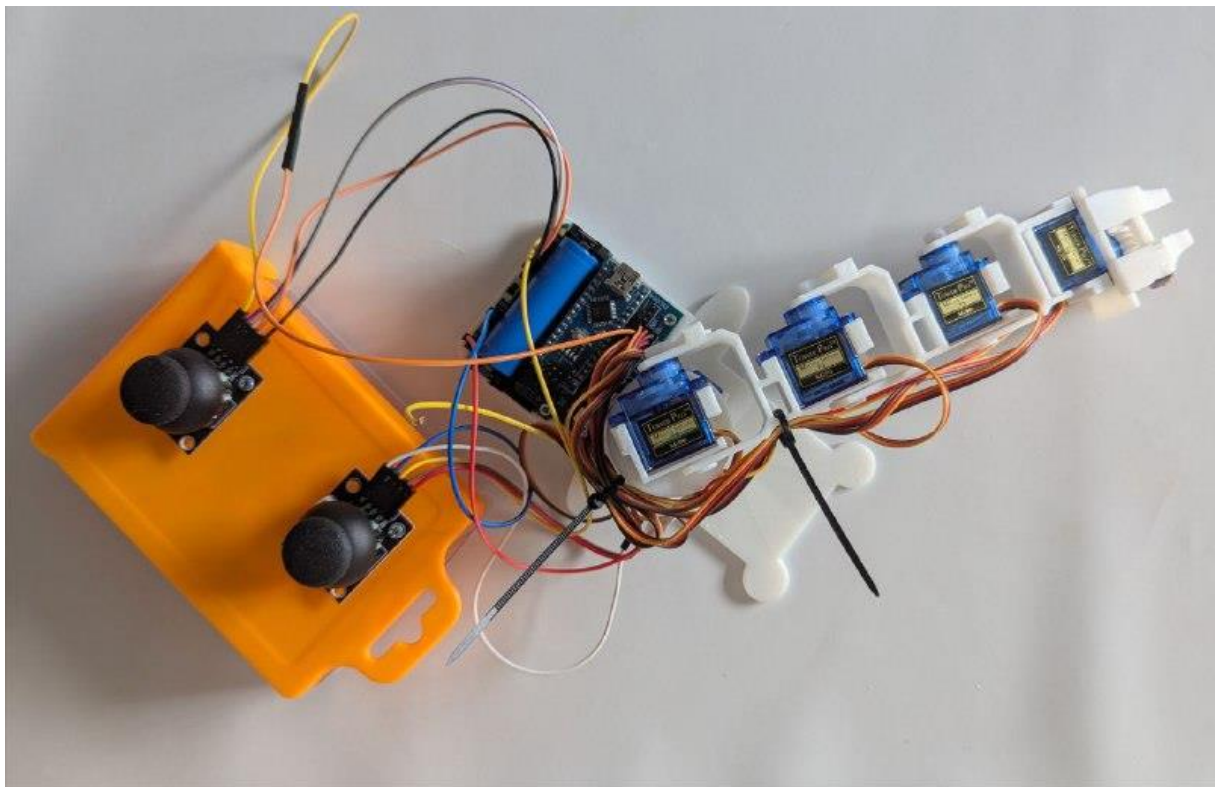
Дайын болған кодты Arduino nano процессорына жазамыз және оның дұрыс екендігіне практикалық түрде көз жеткізіп толыққанды өзінің универсалды дайын макет платасындағы орнына отырғызамыз

3.2 Жобаның жүзеге асуы және нәтижелер

Программалық қамсыздандыру бөлігінде Arduino IDE ортасында C++ тілі негізінде код жазылды. Бағдарлама сервожетектердің қозғалысын реттеу, калибровка, басқару сигналдарын оқу және қысқышты басқару алгоритмдерінен тұрады. Алгоритмнің басты артықшылығы – сервожетектер тек нақты қозғалыс болған кезде ғана іске қосылады. Бұл жүйенің электр энергиясын үнемдеуіне және құрылғының қызмет ету мерзімінің ұзаруына ықпал етеді. Прототип іске қосылғанда, барлық сервожетектер бастапқы калибровка күйіне – 90° бұрышқа теңестіріледі. Бұл — қозғалыс шегін дұрыс анықтау және бастапқы күйден жұмысты бастау үшін қажет. Джойстиктерді осьтер бойынша қисайту арқылы қолданушы басқарушы сигналдар береді, ал роботтың буындары осы сигналға сәйкес біртіндеп қажетті бағытқа қозғалады.

Жұмыс барысында электронды схемасы және кодпен жүргізілген жұмыстардан алынған нәтижелерді негізге ала отырып микрохирургиялық роботтың қолы жасалды. Аяқталған жұмыстан соң құрылғыны толықтай іске қосып тексерістен өткіздім. Теріс немесе қате жалғанған сымдарды жөнді

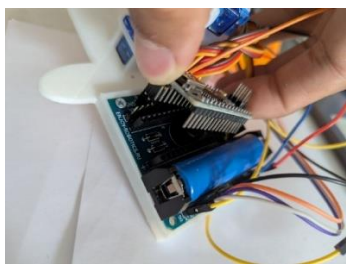
тиісті пиндарына қайта жалғап құрылғыны аяқтадым. Нәтиже қосу батырмасымен құрылғы іске қосылып барлық буындарға Ардуино шекті бұрыштарын оқу үшін 90 градус бұрышта калибровка жасайды. Кейін басқару пультындағы қолданушы джойстикті осьтермен қимылдар жасағанда сол оське тиісті буын қажет бұрышқа бірсарынды қозғалып бастайды. Қысу буыны арқылы ағзаның ісігін қысып көтере отыра айналмалы кесу арасымен кесіп алып тастайды да, жараланған аймақты тігу операциясы хирург қолымен орындалып, болғасын органды қайтадан манипулятор дәл әрі баяу қозғалыспен орнына қауіпсіз орналастырады. Прототипті жинау барысындағы жүргізілген жұмыстан шағын бейнелер (3.7-сурет).



3.7-сурет – Дайын прототип бейнесі

Бұл прототип бастапқы зерттеу деңгейіндегі модель болғанымен, болашақта келесі бағыттарда жетілдіруге болады:

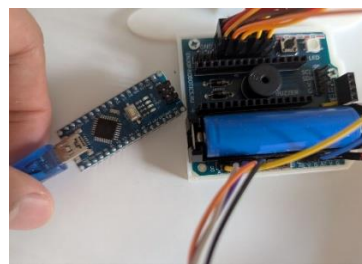
- 1) Кері байланыс жүйесін енгізу – манипуляторға күш немесе жанасу датчиктерін орнату арқылы тінге түскен қысымды өлшеу.
- 2) Камерамен интеграция – роботтық қол қозғалысына сәйкес бейнебақылау жүйесін қосып, визуалды кері байланыс арқылы операция сапасын арттыру.
- 3) Қашықтан басқару мүмкіндігі – сымсыз басқару модулі арқылы құрылғыны телемедициналық жағдайда қолдануға бейімдеу.
- 4) Қолмен тігу модулін автоматтандыру – жараны тігу үдерісін толық автоматтандыруға арналған жаңа жетектер енгізу.



а



б



в

3.8-сурет – (а) ардуиноны макетке орналастыру; (б) буындарды құру; (в) ардуиноны кодтау

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста медициналық робот манипуляторының басқару бөлігін дайындауға арналған теориялық және практикалық жұмыстар жүргізілді. Жұмыстың негізгі мақсаты — медициналық робот манипуляторының басқару жүйесінің тиімділігін арттыру үшін заманауи микроконтроллерлер мен бағдарламалық қамтамасыз ету болатын.

Қорытындылай келе, микрохирургиялық робот манипуляторының басқару бөлігін тиімді жобалау мен бағдарламалау процесі жасалды. Осы жұмыста көрсетілген әдіс-тәсілдер мен технологиялар медициналық роботтар мен олардың басқару жүйелерінің дамуында маңызды рөл атқаратындығымен және болашақта оларды әрі қарай жетілдіруге болатындығын дәлелдей отырып бұл жоба аяғына жеткізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қанатұлы А. *Медициналық робототехника негіздері*. – Алматы: Ұлттық баспа, 2022. – 240 б.
2. Ismail, M. *Introduction to Robotic Surgery*. – Springer, 2021.
3. Kim, Y., & Kim, S. *Arduino-Based Robotic Arm Control*. – Robotics Journal, 2020
4. Lee, J. *Precision Motion Control for Surgical Robotics*. – Elsevier, 2019.
5. Ахметов Б. *Arduino IDE және басқару жүйелері*. – Астана: Технополис, 2023.
6. Tanaka, H. *Sensor Integration in Medical Robotics*. – Medical Tech Press, 2020.
7. Қасымова Д. *Робот техникасындағы сервомоторлар*. – Алматы: Ғылым, 2021.
8. Martin, A. *Feedback and Control in Robotic Arms*. – IEEE Transactions, 2022.
9. Zhao, Q. *Embedded Systems for Medical Devices*. – Academic Press, 2020.
10. Nakamura, K. *Medical Mechatronics and Robotics*. – CRC Press, 2021.
11. Smith, J. *Da Vinci Surgical System: An Overview*. – Medical Robotics Journal, 2020.
12. Wang, T. *CyberKnife Robotic Radiosurgery System*. – Radiation Oncology Journal, 2019.

Қосымшы А

```
#include <Servo.h>
// Серволар объекті
Servo servoUp, servoDown, servoLeft, servoRight, servoGrip;

const int joy1X = A0;
const int joy1Y = A1;
const int joy2X = A2;
const int joy2Y = A6;
const int buttonPin = 8;

const int center = 512;
const int threshold = 100;

int angleUp = 90, angleDown = 90, angleLeft = 90, angleRight = 90;

const int stepSize = 1;
const int minAngle = 0;
const int maxAngle = 180;

bool gripClosed = false;
bool lastButtonState = HIGH;
bool servosInitialized = false;

void setup() {
    pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    int x1 = analogRead(joy1X);
    int y1 = analogRead(joy1Y);
    int x2 = analogRead(joy2X);
    int y2 = analogRead(joy2Y);
```

```

if (!servosInitialized &&
    (abs(x1 - center) > threshold || abs(y1 - center) > threshold ||
     abs(x2 - center) > threshold || abs(y2 - center) > threshold)) {

    servoUp.attach(6);
    servoDown.attach(5);
    servoLeft.attach(4);
    servoRight.attach(9);
    servoGrip.attach(7);
    servosInitialized = true;
    Serial.println("Servos attached!");
}

if (servosInitialized) {
    if (x1 < center - threshold) angleLeft = constrain(angleLeft - stepSize,
minAngle, maxAngle);
    else if (x1 > center + threshold) angleLeft = constrain(angleLeft + stepSize,
minAngle, maxAngle);

    if (y1 > center + threshold) angleDown = constrain(angleDown + stepSize,
minAngle, maxAngle);
    else if (y1 < center - threshold) angleDown = constrain(angleDown - stepSize,
minAngle, maxAngle);

    if (x2 < center - threshold) angleRight = constrain(angleRight - stepSize,
minAngle, maxAngle);
    else if (x2 > center + threshold) angleRight = constrain(angleRight + stepSize,
minAngle, maxAngle);

    if (y2 < center - threshold) angleUp = constrain(angleUp - stepSize, minAngle,
maxAngle);
    else if (y2 > center + threshold) angleUp = constrain(angleUp + stepSize,
minAngle, maxAngle);

    servoUp.write(angleUp);
    servoDown.write(180 - angleDown);
    servoLeft.write(180 - angleLeft);
    servoRight.write(angleRight);
}

```

```
bool currentState = digitalRead(buttonPin);
if (currentState == LOW && lastButtonState == HIGH) {
    gripClosed = !gripClosed;
    if (servosInitialized) {
        servoGrip.write(gripClosed ? 2 : 90);
    }
    Serial.println(gripClosed ? "GRIP CLOSED" : "GRIP OPEN");
    delay(300);
}

lastButtonState = currentState;
delay(20);
}
```

6B07113-Робототехника және мехатроника мамандығының студенті
Сәдуақас Рамазанның
дипломдық жобасына (жұмысына)

СЫН ПІКІР

Тақырыбы: Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару бөлігін әзірлеу

Әзірленген:

- а) графикалық бөлімі 2 парақ
- б) түсіндірме жазбасы 35 бетте

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Сәдуақас Рамазанның бакалаврлық дипломдық жобасының тақырыбы «Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару бөлігін дайындау»

Рамазанның дипломдық жобасы микрохирургиялық роботтың басқару бөлігін жасауға бағытталған. Бұл жұмыс хирургия саласына қателік, сенімділік және дәлдікті қамтамасыз ете отырып салаға айтарлықтай өз үлесін қосады.

Жұмыстың теориялық негізі жақсы қалыптасқан, басқару алгоритмдері мен жүйенің құрылымдық архитектурасы нақтыланған және логикалық түрде баяндалған. Автордың роботты жүйені микрохирургиялық операцияларға бейімдеу бойынша жасаған ұсыныстары инновациялық сипатта болып, тәжірибеде қолдану мүмкіндігі бар екендігі көрсетілген.

Практикалық бөлімде жүйенің жұмысын модельдеу және жұмыс нәтижелері толыққанды баяндалған. Бұл зерттеудің сенімділігі мен сапасын арттырады. Жазба тілі таза, ғылыми стиль сақталған, техникалық терминологиялар дұрыс әрі ретті қолданылған.

Дегенмен, жобада басқару жүйесінің тұрақтылығы мен дәлдігіне қатысты салыстырмалы зерттеулер, сондай-ақ басқа балама басқару әдістерімен (мысалы, PID, fuzzy logic немесе нейрожелі негізіндегі басқару) салыстырмалы талдаулар жүргізілгенде пайдалы болар еді. Бұл болашақта жүйенің тиімділігін арттыруға және оны әртүрлі операциялық жағдайларда бейімдеуге көмектесер еді.

ЖҰМЫС БАҒАСЫ

Студент Сәдуақас Рамазанның жобасы толық әрі мазмұнды, қазіргі заман талабына сай әрі ғылыми деңгейі жоғары. Жұмыс болашақта нақты медициналық тәжірибеде қолдануға негіз бола алатын және әрі қарай жетілдіруге мүмкіндік беретін сапалы ғылыми негізге ие. Жалпы дипломдық жоба өте жақсы дайындалған және робототехниканың микрохирургиядағы қолданылуы бойынша ғылыми зерттеулерге маңызды үлес қосады.

Рецензент:

Абай атындағы ҚазҰПУ,
Физика кафедрасының қауым. проф. ма
техника ғылымдарының кандидаты.

Жаменкеев Е. К.
«07» 06 2025 ж.

6B07113-Робототехника және мехатроника мамандығының студенті

Сәдуақас Рамазанның
дипломдық жобасына (жұмысына)

ПІКІР

Сәдуақас Рамазанның бакалаврлық дипломдық жобасы «Микрохирургиялық операцияларға арналған робот манипулятордың басқару бөлігін дайындау» тақырыбына арналған.

Жұмыстың мақсаты – микрохирургиялық операциялар жүргізу кезінде дәрігерлердің жұмысын жеңілдететін, жоғары дәлдікпен басқарылатын және сенімді робот манипулятордың басқару жүйесін жобалау және іске асыру.

Алға қойылған мақсаттарға жету үшін студент келесі тапсырмаларды орындаған: робот манипулятордың құрылымдық элементтері мен жұмыс қағидаларын зерттеген; басқару жүйесінің аппараттық және бағдарламалық жасақтамаларын таңдап, тәжірибелік макетін жасаған.

Дипломдық жұмыста жобаланған басқару блогы робот манипулятордың дәлдігін арттыруға, қозғалысын тұрақтандыруға және операциялық ортада қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған. Жұмыс барысында заманауи микроконтроллерлер мен сенсорлар қолданылып, басқару алгоритмдері тиімді түрде жүзеге асырылған.

Дипломдық жобада мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуына, баяндалуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптарға сәйкес ұйымдастырылып, барлық стандарттар сақталған. Студент Сәдуақас Рамазанның «Микрохирургиялық операцияларға арналған робот манипулятордың басқару бөлігін дайындау» атты дипломдық жобасы өте жақсы деңгейде орындалды және толығымен аяқталды деп есептеймін. Дипломдық жоба жоғары бағаланып, студент Сәдуақас Рамазан бакалавр академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

Т.Ғ.М оқытушы

 Игембай Е.А.

«04» 06 2025



Отчет подобия

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

Микрохирургиялық операцияларға арналған роботты жүйенің басқару бөлігін әзірлеу

Автор

Научный руководитель / Эксперт

Сәдуақас Рамазан ДайырханұлыЕрболат Игембай

Подразделение

ИАиИТ

Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобиия 2



КП2

3330

Количество слов



КЦ

34103

Количество символов

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв	Б	5
Интервалы	A→	0
Микропробелы	·	0
Белые знаки	Б	0
Парафразы (SmartMarks)	a	4

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Тазалық жұмыстарын жүргізуге арналған құрылғы дайындау 5/28/2024 Satbayev University (ИАиИТ)	13 0.39 %
2	https://www.unodc.org/documents/commissions/CCPCJ/CCPCJ_Sessions/CCPCJ_30/2021_statements/ general_debate/Kazakhstan_EN.pdf	11 0.33 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.39 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Тазалық жұмыстарын жүргізуге арналған құрылғы дайындау 5/28/2024 Satbayev University (ИАиИТ)	13 (1) 0.39 %

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (0.33 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://www.unodc.org/documents/commissions/CCPCJ/CCPCJ_Sessions/CCPCJ_30/2021_statements/general_debate/Kazakhstan_EN.pdf	11 (1) 0.33 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---