

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

Кдырислам Асем Сағындықызы

« Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау »

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07114 – Биомедициналық инженерия

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымының кандидаты,
қауымдастырылған профессор
Қ.Ә. Өжікенов
«09» 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

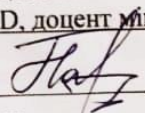
Тақырыбы: «Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған
құрылғы жасау»

6В07114 – Биомедициналық инженерия

Орындаған

Рецензент

PhD, доцент міндетін атқарушы

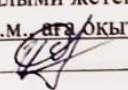
 Қарымсакова Н.Т.
қолы аты-жөні

«06» 06 2025 ж.

Кдырисслам Асем

Ғылыми жетекшісі

Т.ғ.м. аға оқытушы

 Игембай Е.А.

«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

6B07114 – Биомедициналық инженерия



**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қдырислам Асем

Тақырыбы: Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау

Университет ректорының 2024 жылғы «13» қараша № 524/П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 3 » маусым 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino, SolidWorks.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

А) қозғалыс-тірек аппараты зақымданған науқастар санының артуы

б) қазақстанда қолжетімді әрі автоматтандырылған реабилитациялық құрылғылардың жетіспеуі

в) қол мен аяқ қозғалысын дәл әрі адаптивті басқару қажеттілігі

г) сымсыз басқару мен сенсорлық деректердің нақтылығын қамтамасыз ету

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 13 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: _____ 15 _____

атаулардан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	27.02.2025 – 23.03.2025	Орындалды
Зерттеу бөлімі	25.03.2025 – 30.04.2025	Орындалды
Қорытынды бөлім	02.05.2025 - 20.05.2025	Орындалды

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

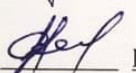
Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	05.06.2025	

Ғылыми жетекшісі



Игембай Е.А.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Кдырисслам Асем

Күні

« 05 » 06 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс кіріспе бөлімнен, теориялық және практикалық бөлімдерден, сондай-ақ қорытынды мен пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Дипломдық жұмыс қозғалыс жүйесі бұзылған науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау болып табылады. Жұмыс барысында қозғалыс жүйесін бұзылуға алып келетін ауру түрлері мен олардың қалыпқа келтіретін реабилитациялық құрылғыларға тоқталдық. Сонымен қатар, жасалған құрылғы сенсор, контроллер, әртүрлі механизмдерге негізделіп, үш түрлі жаттығу режимімен және науқастардың бұлшықет қозғалысына бейімделу арқылы жасалды. Оның қарапайым құрылымы, науқастарға деген қолжетімділігі мен қолдануының ыңғайлылығы оны оңалту кезінде тиімді етеді.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа состоит из вводной части, теоретической и практической частей, а также заключения и списка использованной литературы.

Данная дипломная работа заключается в разработке устройства для активного восстановления конечностей больных с нарушениями двигательной системы. В ходе работы мы остановились на видах заболеваний, приводящих к нарушению двигательной системы, и реабилитационных устройствах, которые их нормализуют. Кроме того, устройство, созданное датчик, контроллер, был создан на основе различных механизмов с тремя различными режимами упражнений и адаптацией к мышечным движениям пациентов. Его простая структура, доступность для пациентов и удобство использования делают его эффективным при реабилитации.

ANNOTATION

This thesis consists of an introductory part, theoretical and practical parts, as well as a conclusion and a list of references.

This graduation work is to develop a device for active rehabilitation of the limbs of patients with impaired motor system. In the course of the work, we focused on the types of diseases that lead to a violation of the movement system and rehabilitation devices that normalize them. In addition, the device created was based on a sensor, a controller, different mechanisms, with three different training modes and adaptation to the muscle movement of patients. Its simple structure, accessibility and ease of use for patients make it effective in rehabilitation.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	5
1 Зерттеу жұмысының өзектілігі	6
1.1 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері	7
1.2 Қозғалыс жүйесін бұзатын ауру түрлері	8
1.3 Қалпына келтіру биомеханикасы	12
1.4 Қалпына келтіру әдістері	14
1.5 Реабилитациялық құрылғыларға шолу	16
1.6 Дүниежүзілік тәжірибе мен статистика	18
2 Практикалық бөлім	23
2.1 Құрылғыны жобалаудың техникалық негіздемесі	24
2.2 Құрылғының құрылымы және жұмыс істеу қағидаты	26
2.3 Құрылғының техникалық компоненттері мен блоктық құрылымы	28
2.4 Құрылғының математикалық алгоритмі	30
2.5 Құрылғының кинематикасы	31
3 Бағдарламалық бөлім	35
3.1 Құрылғы траекториясын визуализациялау	36
3.2 Bluetooth модулі арқылы сымсыз басқару	38
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер	40

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда елімізде жаңа технологиялар жасау қарқынды дамуда. Соның ішінде адамның қимыл-қозғалыс жүйесін қалыпқа келтіруге арналған экзоскелет құрылғылар жасау да жұмыс үстінде. Жалпы халық санының ұлғаюы, созылмалы аурулардың және кенет жарақат алу қаупі көбеюде. Сонымен қатар, инсульт, церебральды сал ауруы, жұлын жарақаты секілді ауру түрлері де адамның қозғалыс жүйесіне қатерін тигізеді. Осындай аурулардан кейін науқастардың қозғалысын қалыпқа келтіру басты мәселе, сондықтан да қозғалысы шектеулі жандарға оңалту шаралары қажет.

Тірек – қимыл жүйесінің бұзылыстары адам өмірінің сапасына тікелей әсер етеді, сондықтан оңалту процесінің тиімділігі науқастың психологиялық, физикалық және әлеуметтік бейімделуіне ықпал етеді. Бұл мәселені шешуде заманауи биомедициналық инженерия саласының мүмкіндіктері кеңейіп келеді. Әсіресе, роботтандырылған құрылғылар, экзоскелеттер және сенсорлық жүйелер оңалтудың сапасын жаңа деңгейге шығаруға мүмкіндік береді.

Дегенмен, қолданыстағы реабилитациялық құрылғылардың басым бөлігі қымбат, күрделі немесе барлық науқастарға бейімделе бермейді. Осыған байланысты қолжетімді, тиімді, әрі қолайлы оңалту құрылғыларын жасау – маңызды ғылыми және техникалық міндеттердің бірі болып саналады.

Осы дипломдық жұмыс аясында науқастардың аяқ-қолдарын қалпына келтіруге арналған медициналық құрылғыны жобалау мақсатта тұр. Бұл құрылғы науқастарға қозғалыс белсенділігін арттыратын жаттығуларды орындауға, сонымен қатар реабилитация процесін жартылай немесе толықтай автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу кезінде қозғалыс жүйесін бұзатын негізгі ауруларды және олардың оңалту ерекшеліктерін тереңірек қарастырамын. Нарықтағы заманауи құрылғыларға жан-жақты талдау жасап, олардың тиімділігін мен техникалық мүмкіндіктерін бағалаймын.

Жұмыстың нәтижесінде құрылғының прототипі әзірленіп, оның құрылымдық схемасы, жұмыс принципі, қауіпсіздік жүйесі және басқару механизмдері толық сипатталады. Бұл жұмыс пен зерттеулер медициналық оңалту саласын жетілдіруге, қолжетімді технологияларды дамытуға және соның арқасында науқастардың өмір сапасын жақсартуға бағытталған.

1. Зерттеу жұмысының өзектілігі

Жыл сайын қозғалыс жүйесі бұзылған адамдардың саны артуда. Инсульт, жұлын жарақаттары мен церебралды сал ауруы сияқты жағдайлар күнделікті өмір сүруге кері септігін тигізеді. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының жазған ақпаратына сәйкес, әлемде жылына шамамен 10 миллион адам инсульт алады, олардың үштен бір бөлігі инсульттің өзінен ұзақ уақыт емделу немесе қозғалмай өліп кетуге алып келеді[1]. Сондықтан, осындай жағдайлардың алдын алуға және өлімге жеткізбей емдеу, қозғалыс жүйесін реабилитациялық құрылғы көмегімен қайта қалпына келтіру біздің, яғни медицина бөлімінің міндеті. Бұл салада қолданылып жүрген реабилитациялық құрылғылардың сан түрлісі бар, олардың бәрі науқасқа дәл келе бермейді. Біреуі қымбат болса, екіншісі денеге күрделі, я ауыр болуы, кейбірі тіпті қолжетімсіз болуы мүмкін. Сондықтан, менің жасағалы отырған құрылғы барлығына сай, қолжетімді әрі тиімді болмақ.

Биомедициналық инженерия саласында жарты ғасырдан астам уақыт аралығында экзоскелет аппаратының дамуы мен осы құрылғы арқылы емдеу шаралары көптеген жетістекке жетуде. Жалпы экзоскелеттер адам қозғалыс жүйесін қалпына келтіруге немесе бақылауға арналған. Бұл құрылғылар адаммен бірігіп, оның денесіне сай қозғала білуі қажет[2]. Бұндай экзоскелет құрылғылары шет елдерде кеңінен қолданылады, ал отандық клиникаларда өте тапшы келеді. Сондықтан, қарапайым құрылымды, қолжетімді, тиімді әрі функционалдық мүмкіндігі жоғары отандық реабилитациялық құрылғы жасап шығару, қазіргі медициналық мамандардың отандық технологияға үлесі. Бұл, әсіресе, Қазақстан елінде маңызды мәселелердің бірі, себебі көптеген қала, аудан, ауылдарда медициналық орталықтарда сапалы оңалту жүйесінің жетіспеушілігі көрсетеді.

Жұмыстың өзектілігі төмендегі факторлармен негізделеді:

- Қозғалыс жүйесі бұзылған адамдар санының артуы;
- Қолжетімді және денеге бейімделетін оңалту құрылғылар тапшылығы;
- Отандық оңалту саласын арттыру;
- Биомедициналық технологиялардың көмегімен қалыпқа келтіру мүмкіндігі.

Сондықтан, науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғыны жасау – ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды әрекет.

1.1 Жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты – қозғалыс жүйесінде ақаулары бар науқастар үшін қолайлы әрі тиімді құрылғы жасау. Бұл құрылғы реабилитациялық дамуына автоматтық жүйелер енгізіліп, науқастардың қозғалыс белсенділігін арттыруды және оңалту процесін жеңілдетуді көздейді.

Жұмыстың міндеттері:

- Қозғалыс жүйесінің бұзылуына әкелетін ауру түрлерін қарастыру;
- Заманауи реабилитациялық құрылғыларға шолу;
- Жаңа құрылғының техникалық сипаттамаларын, қазіргі технологиялардың көмегімен жасау;
- Құрылғының механикалық бөліктерін жобалау;
- Прототип жасау;
- Құрылғының тиімділігін бағалап, оны жетілдіру жолдарын ұсыну.

1.2 Қозғалыс жүйесін бұзатын ауру түрлері

Көптеген зерттеулерге сәйкес адамның физикалық қозғалыс жүйесін бұзатын ауру түрлері өте көп. Соның әсерінен көптеген адам баласы өз қозғалыс мүшелері арқылы қимыл жасау мүмкіндігінен айырылып жатады. Сол ауруларға инсульт, церебральды сал ауруын, ортопедия операциялары, жұлын жарақаттарын, сынған аяқ-қолды қалыпқа келтіруді жатқызуға болады. Дәстүрлі әдістер, яғни физиотерапия немесе массаж сияқты емдік жолдар адамның қозғалыс функциясын толықтай қалыпқа келтіре алмайды. Адам қозғалыс жүйесі қайта жұмыс жасау үшін осы қалыпқа келтіру экзоскелеті қолданылады. Жалпы оңалту кезінде физиотерапевт емделушінің жағдайын бақылап, оның көрсеткіштері арқылы оған нақты келетін құрылғы түрін анықтап, сол арқылы оңалту процестері басталады. Оңалту тиімді болуы үшін физиотерапевт пен пациенттің арасында тығыз байланыс болуы керек. Жаттығулар кезінде науқастың реакциялары бақыланып, позиция мен күш сенсорлары арқылы анықталады. Осылайша науқастар физиотерапевт көмегімен, оның берген ұсыныстары мен бағыттарын орындай отырып, зардап шеккен аяқ – қолды жаттықтыра отырып, қозғалысқа арналған жаттығуларды жасайды. Бұл жерде тек физиотерапевт қана емес, сондай-ақ инженерлер мен басқа да физиотерапевттер мен бағдарламашылар болады. Олар егер де науқас өз бетімен жұмыс жасай алмаса не жаттығудың қалай дұрыс жасалуын білмесе, яки құрылғыдан ақау кетсе соны дереу жөндейді[3].

Қазіргі таңда робототехника саласын медициналық оңалтуда қолдану өзекті мәселе болып табылады. Себебі, түрлі аурулар, жарақаттар немесе апаттар салдарынан дене мүшелерінің қызметі бұзылған адамдарды дәрі-дәрмекпен емдеу мүмкін емес. Ондай жағдайда физикалық оңалту шаралары

ғана көмектесе алады. Ал мұндай көмекке мұқтаж жандардың саны күн сайын артуда.

Оңалту дегеніміз – жазатайым зардап шеккен науқастарды қайта қалпына келтіру деген сөз. Науқасты қайта қалпына келтіру, оның қабілеттерін, өмір сапасын жақсарту және оны оңтайлы жағдайға келтіру. Науқастың қоғамға қайта сіңісіп кетуіне, физикалық және психологиялық жағдайына, ешкімге тәуелсіз өмір сүруіне үйретеді[3]. Осы бағытта арнайы құрылғылар жасалып, қимыл-қозғалыс жүйесін қайта қалпына келтіруді дамыту үстінде. Роботтандырылған құрылғылар науқастарға бірнеше рет қайталанатын жаттығуларды жасауға көмектеседі. Олардың мақсаты – қимыл-қозғалыс жүйесі зақымданған жандардың функционалдық әрекеттерін жақсарту және сауығуын тездету болып табылады. Робототехника саласындағы зерттеулер мен тәжірибелердің басым бөлігі аяқ-қол қызметін қалпына келтіруге арналған экзоскелеттерді жасау болып табылады.

Соңғы кездері медицинада физикалық оңалту саласында роботтандырылған құрылғыларды пайдалану айтарлықтай артты. Денсаулық сақтау ұйымының ақпараты бойынша жыл сайын елімізде 40 мыңнан астам адам инсульт алады, оның төрттен бір бөлігі инсульттан зардап шегіп немесе қайтыс болады[1]. Жалпы осы экзоскелет құрылғыларын оңалту саласында қолдану науқастың қайта қалпына келу жылдамдығын **1,5 – 2 есеге** дейін арттырады.

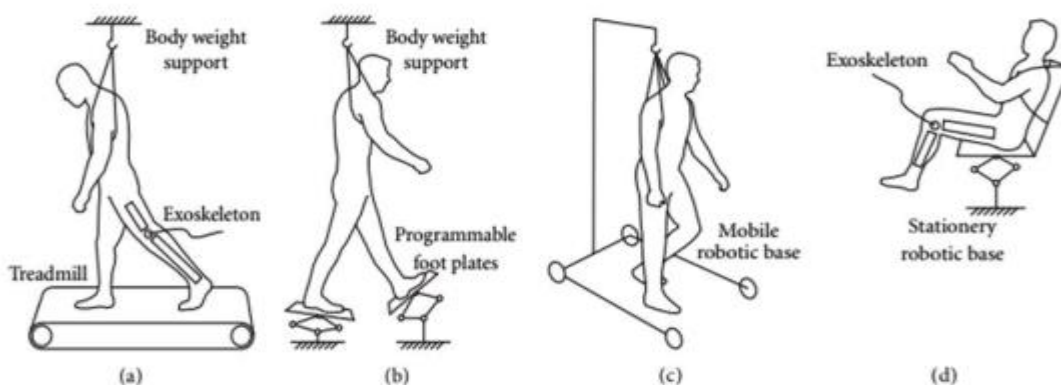
Мысалы, бірнеше ай бұрын Волгоград қаласында жас бала менингитпен ауырады, содан кейін оның оң қолы өзінің қимыл-қозғалыс жүйесі жасамай, жіпке ілініп мүлде қозғалғысы келмеді. Ол балада тек саусақтары мен алақаны ғана қозғалады. Науқас «Экзар-34» атты құрылғыны киіп, бірнеше айдың ішінде оның оң қолы толықтай қалпына келеді[4].

Қазақстанда реабилитациялық көмек көрсету бағыты қарқынды дамып жатыр. Алматы қаласының оңалту орталықтарында ExoAtlet экзоскелетінің көмегімен емдеу шаралары жүргізілуде. 2023 жылы бұл технологияны пайдалана отырып, 130 – дан астам адам оңалту курсынан өтті, олардың 70% - ы өздігінен дербес жүріп-тұру мүмкіндігіне ие болды.

Мысалы, 56 жастағы ер адам, 2022 жылы инсульт алғаннан кейін сол жақ аяқ-қол қозғалысынан айырылған. Науқасқа 8 апта бойы ExoAtlet экзоскелетімен күнделікті 45 минуттық жаттығулар ұсынылды. Жаттығулар сенсорлар арқылы бұлшықет белсенділігіне байланысты басқарылып отырды. Нәтижесі, 4 аптадан кейін науқас тізе буынын қозғалтуды үйренді, 6 аптада таяқпен жүруді бастады, 8 аптада 20 метр қашықтықты өздігінен жүріп өтті.

Бірнеше зерттеулер көрсеткендей, оңалту кезінде жарақаттанған адамның аяқ-қолдарының қайталанатын қималдары науқастың зақымдалған мүшесінің жұмысын қалпына келтіруге көмектеседі. Соңғы онжылдықта зардап шеккен аяқ-қолдардың қозғалғыштығын қалпына келтіру үшін оңалтуға арналған

бірнеше роботты құрылғылар жасалды. Бұл құралдарды 1.1 – суретте көрсетілгендей оңалту принципі бойынша топтастырсақ болады.



1.1-сурет – Қалпына келтіруге арналған роботтық жүйе түрлері

Экзоскелеттер - бұл адамның физикалық қозғалыс мүмкіндіктерін арттырып, қимыл-қозғалыс жүйесін жақсарту үшін қолданылатын құрылғы. Қозғалыс мүшесі бұзылған адамға белгілі бір жұмысты немесе әрекетті орындауға көмектеседі. Экзоскелеттің тиімді жұмыс істеуі үшін науқастың дене пішіні мен өлшемдеріне сәйкес келуі керек. Экзоскелеттерді құрылымдық ерекшеліктеріне қарай екі түрге жіктеуге болады: қатты және жұмсақ. Шын мәнінде, қатты экзоскелет сауда пластмассасынан немесе металдан жасалған, ал жұмсақ экзоскелет - бұл матаға негізделген құрылғы. Сондай-ақ, экзоскелеттер қалай жұмыс істейтініне байланысты белсенді және пассивті түрлерге бөлінеді. Белсенді реабилитация – науқас өз бұлшық еттерінің көмегімен қимыл жасайды. Құрылғы тек көмектесуші рөл атқарады немесе қозғалыстың дұрыстығын бақылайды. Ал пассивті реабилитацияда науқас құрылғы көмегімен қимыл жасайды, бірақ бұлшық еттер белсенді жұмыс жасамайды. Мысалы мотор науқастың қолын жоғары – төмен қозғалтады. Аралас түрі – құрылғы бастапқыда қозғалысты бастайды, ал науқас оны өздігінен жалғастырады. Белсенді реабилитация нейропластикалық процесті белсенді ынталандырып, жүйке – бұлшықет жолдарының қалпына келуін едәуір жылдамдатады.

Қазақстан Республикасында медициналық оңалту жүйесі соңғы жылдары біртіндеп дамып келеді. Әсіресе, белсенді реабилитация саласына деген қызығушылық артып, бұл бағытта жаңа бағдарламалар мен технологиялар енгізілуде. Белсенді реабилитацияның нақты мақсаты – науқастың функционалдық мүмкіндіктерін қалпына келтіру, оның тәуелсіздігін арттыру және қоғамға бейімделуін қамтамасыз ету.

Қазіргі және болашақтағы даму тенденциялары

1. Медициналық мекемелерде оңалту орталықтарының ашылуы

Қалалық және облыстық емханаларда емдік дене шынықтыру, физиотерапия, кинезотерапия, механотерапия бөлімшелері белсенді дамып

келеді. Бұл бөлімшелер инсульт, нейрожарақат, тірек – қимыл жүйесі бұзылыстарына шалдыққан науқастарға арналған.

2. Мемлекеттік деңгейдегі қолдау

Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрлігі оңалту қызметін дамыту бойынша «Денсулық» мемлекеттік бағдарламасын жүзеге асыруда. Бағдарлама аясында оңалтудың үш кезеңді жүйесі енгізілуде:

- I кезең
- II кезең
- III кезең

3. Шетелдік технологиялардың енгізілуі

Кейбір клиникаларда шетелдік өндірістен шыққан реабилитациялық құрылғылар – экзоскелеттер, роботталған тренажерлар, виртуалды шындыққа негізделген жүйелер енгізіліп жатыр. Бұл құрылғылар оңалтуды заманауи талаптарға сай жүргізуге мүмкіндік береді.

4. Мамандар даярлау мәселесі

Қазақстанда физиотерапевтер, реабилитологтар, эрготерапевтер, кинезотерапевтер сынды мамандарды даярлау басталып, медициналық университеттерде жаңа оқу бағдарламалары енгізілуде.

Кесте 1 – Оңалту кезеңдері

Ауру түрі	Симптомдары	Қалпына келу кезеңдері	Ұсынылатын құрылғылар
Инсульт	Салдану, сөйлеу бұзылысы	3-6 ай	Motomed, Armeo, HAL,
ДЦП	Қимыл үйлеспеуі	Ұзақ мерзімді	ExoAtlet, TheraSuit
Жұлын жарақаты	Белден төмен сал	6 ай – 1 жыл	ReWalk, Lokomat
Ампутация	Қозғалыс шектеулігі	2-4 ай	Протез, жаттығу құралдары
Бұлшықет атрофиясы	Әлсіздік, тонус төмендеуі	1-3 ай	Электростимуляторлар

Адам ағзасының қимыл-қозғалыс аппараты сүйек, бұлшықет, буын және жүйке жүйелерінің үйлесімді әрекетіне негізделеді. Бұл құрылымдардың кез

келген бұзылысы адамның күнделікті өміріне айтарлықтай шектеу қояды. Қазіргі таңда реабилитация саласында ең жиі кездесетін қозғалыс бұзылуларына әкелетін ауруларға инсульт, церебральды сал ауруы, жұлын жарақаты, аяқ-қол ампутациясы және бұлшықет атрофиясы жатады.

1) Инсульт

Инсульт – бұл ми қан айналымының жіті бұзылуы. Ишемиялық инсульт белгілі бір тамырдың жабылуына және мидың белгілі бір бөлігінде қан айналымының тоқтауына байланысты тіндер қоректенбейді[1]. Бұл жағдай дененің бір жағының салдануына, сөйлеу, көру немесе есту қабілетінің бұзылуына себеп болуы мүмкін. Қалпына келтіру кезінде басты мақсат — мидың жаңа нейрондық байланыстар құруына көмектесу арқылы қимыл белсенділігін қайта қалыптастыру.

2) Церебральды сал ауруы

Церебральды сал ауруы – бала туғанға дейін немесе туғаннан кейінгі кезеңде ми жасушаларының зақымдануынан туындайтын жүйке жүйесінің созылмалы ауруы. Бұл диагнозы бар адамдарда қозғалыс үйлесімділігі, бұлшықет күші және тепе-теңдік бұзылады. Қалпына келтіру барысында жаттығулар, физиотерапия және механикалық көмекші құрылғылар қолданылады.

Клиникалық түрлері:

- Спастикалық форма (қатты бұлшықет тонусы);
- Атаксиялық форма (қимылдың үйлеспейді);
- Гиперкинетикалық форма (еріксіз қимылдар).

3) Жұлын жарақаты

Жұлын жарақаты – омыртқа жотасының зақымдалуы нәтижесінде мидың бұлшықеттерімен байланысы үзіліп, қозғалыс немесе сезімталдық толық немесе жартылай жойылады. Оның себебі: жол-көлік оқиғалары; өндірістік жарақаттар; спорттық апаттар. Мұндай жарақаттар параличке әкелуі мүмкін. Ерте басталған реабилитация бұлшықет тонусын сақтап, қозғалыс мүмкіндігін біртіндеп қалпына келтіруге ықпал етеді.

4) Аяқ – қол ампутациясы

Ампутация – дененің белгілі бір бөлігінің аяқ, қол, саусақтар және т.б. жарақат, ауру немесе асқыну салдарынан хирургиялық жолмен алынып тасталуы. Мұндай жағдайда науқас жаңа жағдайға бейімделіп, протездермен жұмыс істеуді үйренуі тиіс. Қалпына келтіру жаттығулары мен арнайы құрылғылар адамның өмір сапасын жақсартуға көмектеседі.

5) Бұлшықет атрофиясы

Бұлшықет атрофиясы – бұлшықет массасының азаюы мен әлсіреуі. Ол көбінесе ұзақ уақыт қозғалыссыз жатқан науқастарда немесе жүйке-бұлшықет жүйесінің бұзылыстарынан байқалады. Арнайы жаттығулар, массаж және электрлік стимуляция әдістері бұлшықет қызметін қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

Кесте 2 – Қозғалысты бұзатын медициналық аурулар

Ауру түрі	Симптомдары	Қалпына келу кезеңдері	Ұсынылатын құрылғылар
Инсульт	Салдану, сөйлеу бұзылысы	3-6 ай	Motomed, Armeo, HAL,
ДЦП	Қимыл үйлеспеуі	Ұзақ мерзімді	ExoAtlet, TheraSuit
Жұлын жарақаты	Белден төмен сал	6 ай – 1 жыл	ReWalk, Lokomat
Ампутация	Қозғалыс шектеулігі	2-4 ай	Протез, жаттығу құралдары
Бұлшықет атрофиясы	Әлсіздік, тонус төмендеуі	1-3 ай	Электростимуляторлар

1.3 Қалпына келтіру биомеханикасы

Адам ағзасының қозғалыс жүйесі – тірек-қимыл аппараты мен жүйке-бұлшықет жүйесінің күрделі өзара әрекеттесуінің нәтижесі. Қозғалыстың биомеханикасы – бұл қозғалыс кезіндегі дене мүшелерінің құрылымын, күш әсерін, қозғалыс траекториясын және тепе-теңдікті зерттейтін ғылым саласы. Қалпына келтіру құрылысын жобалауда биомеханика принциптерін түсіну – құрылғының тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізі болып табылады.

Тірек – қимыл аппаратының биомеханикасы

Қимыл-қозғалыс адам ағзасындағы сүйек, буын, бұлшықет және жүйке жүйесінің үйлесімді жұмысына негізделеді.

– Сүйек жүйесі – механикалық тірек және қозғалыс иіктірегі рөлін атқарады;

– Буындар – қозғалыстың бұрыштық ауқымын анықтайды;

– Бұлшықеттер – қозғалысты орындайды және тежеу функциясын атқарады;

– Жүйке жүйесі – қозғалысты басқару, сенсорлық кері байланыс, проприоцепцияны қамтамасыз етеді.

Проприоцепция – адамның өз дене бөліктерінің кеңістікте орналасуын сезіну қабілеті. Бұлшықет шпинделі мен буын рецепторлары арқылы орындалады. Қалпына келтіру құрылғысы сенсорлық кері байланысты белсендіру арқылы проприоцепцияны дамыта алады.

Қозғалыс түрлері:

1) *Белсенді қозғалыс* – адам өз бұлшықет күшін пайдаланып қимылдайды;

2) *Пассивті қозғалыс* – сыртқы күштің (массаж, құрылғы) көмегімен орындалады.

3) *Жартылай белсенді* – құрылғы мен бұлшықет бірге жұмыс істейді[15].

Бұлшықет жұмысының түрлері:

Қозғалыс кезінде бұлшықет жиырылуының бірнеше түрі байқалады:

1) *Изотоникалық жиырылу* – бұлшықет ұзындығы өзгеріп, күш тұрақты болады (мысалы, гантель көтеру);

2) *Изометриялық жиырылу* – бұлшықет ұзындығы өзгермейді, бірақ күш түзіледі (мысалы, қабырғаға тіреліп итеру).

3) *Эксцентриялық және концентрициялық қозғалыс* – бұлшықет созыла отырып немесе қысқара отырып жұмыс істейді[6][13].

Реабилитациялық құрылғылар осы қозғалыс түрлеріне сүйене отырып, адам денесіне шамадан тыс жүктеме түсірмей, физиологиялық қозғалыстарды қайталау арқылы қалпына келу процесін қамтамасыз етеді. Қозғалыстың белгілі бір шектерде қайталануы жүйке-бұлшықет байланысының қайта қалыптасуына септігін тигізеді.

Қозғалыс шектеулері болған жағдайда, құрылғы бұлшықеттің кернеуін анықтап, науқастың әрекетіне бейімделіп қозғалысты жүзеге асырады. Сондықтан, реабилитациялық құрылғыны жобалауда биомеханикалық өлшемдер мен қозғалыс диаграммаларын есепке алу өте маңызды.

Қозғалыс бұрышы және кинематикалық параметрлер

Биомеханикада қозғалыс параметрлері нақты есептеледі:

1) ROM (Range of Motion) – буынның қозғалыс ауқымы.

Мысалы: шынтақ - 0° – 150° , тізе – 0° – 135° .

2) Қозғалыс жылдамдығы – жаттығу барысында маңызды көрсеткіш (тым жылдам қозғалыс жарақат қаупін арттырады);

3) Иіңтірек ұзындығы және момент күші (Torque) – қозғалыс кезінде моторға түсетін күшті есептеу үшін қажет.

Мысалы, шынтақ буыны 90° бұру үшін $1,5-2 \text{ Н*м}$ момент қажет.

Кесте 3 – Қозғалыс биомеханикасы

Қозғалыс түрі	Буын	Қалыпты бұрыш	Жетекке қажет момент күші
Шынтақ иілуі	Шынтақ	0° – 150°	1,5-2 Н*м
Тізе жазылуы	Тізе	0° – 135°	3-4 Н*м
Иық көтерілуі	Иық буыны	0° – 180°	2-3 Н*м
Білезік бұрылуы	Білезік	0° – 90°	1 Н*м

1.4 Қалпына келтіру әдістері

Қимыл-қозғалыс функциясы бұзылған науқастардың оңалту – медицинаның маңызды салаларының бірі. Қалпына келтіру тек физикалық деңгейде ғана емес, сондай-ақ адамның психологиялық, функцияналдық және әлеуметтік бейімделуін де қамтиды. Бұл бөлімде қозғалысты қалпына келтірудің заманауи әдістері, олардың ғылыми негіздері және нақты қолдану жағдайлары қарастырылады.

1. *Физиотерапия және емдік дене жаттығулары*

Физиотерапия – бұлшықет пен буын жүйесінің қозғалғыштығын қалпына келтірудің негізгі тәсілі. Науқасқа арнайы жасалған жаттығулар кешені тағайындалып, бұлшықет тонусы қалпына келтіріледі, қозғалыс көлемі артады, буындардың икемділігі жақсарады.

Физиотерапия түрлері:

- Пассивті жаттығу (медициналық қызметкер көмегімен);
- Белсенді жаттығу (пациенттің өзі орындайды);
- Резистивті жаттығу (қарсылықпен жұмыс жасау – серіппе, жүк арқылы).

ЛФК-нің тиімділігі – қозғалысқа жауапты нейрожүйелерді қайта белсендіріп, бұлшықет жадын дамытуда. Бұлшықет-буын үйлесімділігі қалыптасып, сенсомоторлық байланыс қалпына келеді[3].

2. *Нейропластика*

Нейропластика – ми мен жүйке жүйесінің сыртқы әсерлерге бейімделіп, жаңа байланыстар құру қабілеті. Бұл әдіс әсіресе инсульттан немесе жұлын жарақатынан кейінгі кезеңде маңызды. Арнайы құрылғылар мен жаттығулар арқылы ми қайта үйренуге және бұлшықеттерді басқаруға дағдыланады.

Қолданылатын тәсілдер:

- Қозғалысты көп рет қайталау;

- Ойын элементтері арқылы моторлық ынталандыру;
- Визуалды және аудио кері байланыс.

Ғылыми негізі: қайталанатын әрекет арқылы моторлық қыртыста жаңа нейрондық жолдар қалыптасады. Бұлшықет пен ми арасындағы жаңа байланыс орнайды[3].

3. Электротерапия

Электротерапия – бұлшықетке немесе жүйке талшықтарына ток арқылы әсер ету. Бұл әдіс қозғалыссыз бұлшықеттерді белсендіруге, тонусын сақтауға және қан айналымын жақсартуға көмектеседі.

FES (Functional Electrical Stimulation) – бұлшықетке қозғалыс жасау үшін қолданылатын стимуляция.

TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) – ауырсынуды азайту үшін қолданылады.

Артықшылықтары:

- Бұлшықет атрофиясының алдын алады;
- Салданған науқастарға қозғалысты “есте сақтауға” көмектеседі;
- Сенсорлық кері байланысты белсендіреді[3].

4. Кинезотерапия және механотерапия

Кинезотерапия – арнайы құрылғылар немесе тренажёрлар арқылы қозғалысты қалпына келтіру әдісі. Бұл әдіс бұлшықет күші мен буындардың икемділігін арттыруға көмектеседі.

Механотерапия – науқас арнайы құрылғылардың көмегімен буындарын және бұлшықеттерін қимылға келтіретін терапия түрі[3].

5. Роботтандырылған және интерактивті технологиялар

Қазіргі таңда науқастардың оңалтуда роботталған құрылғылар мен виртуалды шындық жүйелері белсенді қолданылады. Виртуалды шындыққа негізделген жаттығулар пациентке жаттығу кезінде шынайы ортада жүргендей әсер береді. Бұл психоэмоционалды жағдайды жақсартып, жаттығуларды қызықты етіп, науқастың емделуге деген жігерін арттырады. Сонымен қатар, олар дәл қимылдарды қайталап, қалпына келтіру үдерісін жылдамдатады. Артықшылықтары: ойын арқылы үйрену; қозғалыстың дәлдігін жақсарту; сенсорлы кері байланысты күшейту.

Кесте 4 – Қалпына келтіру әдістері және құрылғылары

Әдіс түрі	Мақсаты	Құрылғылар
ЛФК	Қимыл ауқымын кеңейту, бұлшықет тонусы	Гимнастикалық маты, серіппе

Электростимуляция	Салданған бұлшықеттерді белсендіру	Электрод, ток көзі
Кинезотерапия	Белсенді қимыл жасау арқылы емдеу	Велотренажер, қозғалтқыш тіректер
Механотерапия	Қимылды сыртқы құрылғымен орындау	Motomed, CPM аппараты
Виртуалды шындық	Қызығушылықты арттыру, нейропластика	Armeo Spring, VR Gloves көзілдірігі, сенсорлы қолғап

1.5 Реабилитациялық құрылғыларға шолу

Медициналық оңалтуда қазіргі күні роботтар мен цифрлық құрылғылар өте маңызды. Олар адамдардың қозғалыс қабілетін қалпына келтіруге көмектеседі, науқастың физиологиялық ерекшеліктеріне қарай бейімделіп, моторлық белсенділікті арттыруға бағытталған.

Осы құрылғылар механикалық бөлшектер мен сенсорлар арқылы қозғалысты имитациялайды, бұлшықет жадын іске қосады және ми-бұлшықет байланысын қалпына келтіреді. Олардың қатарында экзоскелеттер, роботты жаттықтырғыштар, интерактивті тренажерлар және виртуалды шындық жүйелері бар.

1) Экзоскелеттер

Экзоскелет - адамға киілетін құрылғы, ол қозғалысты жеңілдетеді. Бұл құрылғылар электр моторлары арқылы жұмыс істеп, науқастарға қайтадан жүріп кетуге немесе қозғалыс жасауды үйренуге мүмкіндік береді.

Экзоскелеттердің түрлері:

- Қолға арналған: иық, шынтақ, білезік буындарына көмектеседі.
- Аяққа арналған: тізе мен жамбас буындары арқылы қозғалуға көмектеседі.
- Толық денеге арналған: қол мен аяқ қозғалысын қолдайтын кешенді құрылғылар[2].

Олардың құрамды бөліктері:

- Сенсорлар – қозғалыс бұрышын және бұлшықет белсенділігін өлшейді.
- Актуарлар – қозғалысты орындайтын моторлар.
- Басқару жүйесі – сенсорлардан ақпарат алып, құрылғыны басқарады.
- Қуат көзі – аккумулятормен электрмен қамтамасыз етеді.
- Интерфейс – жаттығу режимдерін орнату үшін панель.

2) Роботтандырылған жаттықтырғыштар

Бұл құрылғылар науқастың дене бөліктерін реттелген бағытта қозғалту үшін арнайы механизмдер пайдаланады. Олар қозғалыстың бұрышын, жылдамдығын және күшін дәл бақылауға мүмкіндік береді.

Мысалы:

а) Саркос робототехникасы

– Заманауи роботтық кешендерді, соның ішінде өндірістік экзоскелеттерді жасауға бағытталған.

– Үлкен салмақты көтеруге және дәлдікті қажет ететін жұмыстарды атқаруға мүмкіндік береді.

– Өндіріс пен логистика саласындағы күрделі міндеттерді шешуге таптырмас көмекші[5].



1.2-сурет – Саркос техникасы

б) Zytekno құрылғысы

Өнеркәсіптік және медициналық мақсаттарға арналған әртүрлі экзоскелет шешімдерін ұсынады. Инновациялық дизайны мен заманауи технологиясымен ерекшеленеді. Арнайы талаптарды қанағаттандыру үшін бейімделген шешімдер ұсынады[5].

с) Armeo жүйесі

Armeo — жоғарғы аяқ-қолды қалпына келтіруге арналған құрал. Ол науқастың қолын қажетті бағытта қозғалтуға көмектеседі, сол арқылы қозғалысты қайталап, мидың қайта құрылуына ықпал етеді. Бұл жүйе ойын элементтерімен біріктірілген, сондықтан науқастардың қызығушылығын арттырады.



1.3-сурет – Армео қол құрылғысы

3) Виртуалды шындық технологиялары

Бұл құрылғылар науқасқа қозғалысты шынайы өмірге жақын ортада орындауға мүмкіндік береді. Экран немесе VR көзілдірігі арқылы науқас жаттығу орнын, тапсырмаларды және кері байланысты визуалды түрде қабылдайды.

Артықшылықтары:қызығушылықты арттырады; мотивацияны күшейтеді; нейропластикаға оң әсер етеді.



1.4-сурет – Oculus - автономды виртуалды шындық гарнитурасы

4) Кинезо- және механотерапиялық құрылғылар

Бұл құрылғылар қозғалысты қалпына келтіруге, буындардың икемділігін арттыруға және бұлшықеттерді жаттықтыруға көмектеседі. Оларды физиотерапия мен реабилитация орталықтарында жиі пайдаланады.

Мәселен:

- Thera-Trainer велотренажері
- Қол мен аяққа арналған механикалық жаттықтырғыштар
- BIODEx тепе-теңдік платформасы механикалық жаттықтырғыштар

Кесте 5 – Қолданылған экзоскелеттер

Модель	Ел	Қолдану саласы	Ерекшелігі
HAL (Hybrid Assistive Limb)	Жапония	Инсульт, бұлшықет әлсіздігі	Бұлшықет сигналдарын (EMG) оқиды, нақты биологиялық кері байланыс жүйесі бар

Lokomat	Швейцария	Жүруді үйрену	Қимылды нақты траекторияда қайталайды
ReWalk	АҚШ	Жұлын зақымдары	Толық парализге ұшыраған адамдарға арналған, өздігінен жүру мүмкіндігін береді
ExoAtlet	Ресей/ Корея	Инсульт, цеберальді паралич	Орталық Азия елдерінде кең таралған, басқару панелі қарапайым
LOPES	Нидерланды	Зертханалық және клиникалық зерттеу	Қозғалысты дәл өлшейді, икемді және реттелетін

Құрылғылардың қолдану шектеулері

Кейбір құрылғылардың қолданылуына белгілі бір шектеулер бар:

- Жас мөлшері мен салмақ (мысалы, ReWalk – тек 45-100кг аралығы);
- Белсенділік деңгейі (толық сал науқасқа жарамсыз болуы мүмкін);
- Бағасы (көбісі өте қымбат, \$30 000 - \$70 000).

Осы себепті отандық, қарапайым әрі бейімделген құрылғылар жасау – маңызды қадам.

1.6 Дүниежүзілік тәжірибе мен статистика

Дүниежүзілік реабилитация тәжірибесі (инфографика)

Ел / Ұйым	Құрылғылар / Технологиялар	Нәтиже
АҚШ	ReWalk, Ekso	80% қалпына келді
Жапония	HAL, Honda	2-3 аптада прогресс
Германия	Lokomat	30-40% жылдам қалпына келу
Корея	Walkbot	Жүру уақыты 2 есе артты
ДДСҰ	Rehab 2030	Әр 3-ші адамға rehab керек
Қытай	AI+Robot	50% моторика қалпына келеді
Финляндия	VRBalance	25% оңалту уақыты қысқарды
Қазақстан	Қолмен жаттықтыру	Құрылғылар жетіспейді

2 Практикалық бөлім

2.1 Құрылғыны жобалаудың ғылыми – техникалық негіздемесі

Науқастардың қозғалыс қабілетін қайта қалпына келтіру қазіргі медицинаның маңызды бөліктерінің бірі. Инсульт, церебральды сал, жұлын жарақаттары және басқа да неврологиялық аурулардан кейін адамдардың аяқ-қол қозғалысы шектелуі мүмкін. Осындай жағдайда қалпына келтіру құрылғылары бұлшықет күшін арттыруға, қозғалысты қайта үйретуге және мидың икемділігін дамытуға көмектеседі.

Мәселе мынада: нарықта көпшілікке ұсынылған реабилитациялық құралдар көбінесе шетелдік. Олар күрделі, бағасы жоғары, әрі кейбіреулері тек арнайы орталықтарда ғана пайдалануға ыңғайлы. Бұл жағдай әр науқасқа жеке тәсіл табуды қиындатып отыр.

Сондықтан қолжетімді, қарапайым әрі үйде де қолдануға болатын құрылғы жасау қажеттілігі туындап отыр. Бұл ұсынылған құрылғы дәл осы мәселені шешуге бағытталған.

Жобаның мақсаты – науқастардың қол мен аяқ бұлшықеттерін белсенді түрде қалпына келтіруге мүмкіндік беретін құрылғыны жасау. Яғни, құрылғыны өте қарапайым етіп, техникалық жағынан қолайлы ете отырып, оның функцияларын молайтатын жоспарларымыз бар. Науқастардың бұлшықет белсенділігін ескере отырып, интеллектуалды басқару жүйесін енгізу – біздің маңызды мақсатымыз. Есепке алуымыз қажет тағы бір нәрсе – құрылғының қауіпсіздігі мен эргономика талаптарына сай болуы.

Ғылыми тұрғыдан келгенде, нейропластика теориясы – біз үшін маңызды аспект. Осы теорияға сүйенсек, қайталанатын қозғалыстар арқылы ми мен бұлшықет арасында жаңа байланысты қалыптастыруға болады. Бұл – науқастардың қалпына келу процесінде өте тиімді тәсіл.

Сонымен қатар, қозғалыс биомеханикасының да маңызы зор. Мысалы, қозғалыс бұрыштары, момент күші мен траекториялар нақты есептелуі керек, себебі бұлар құрылғының жұмысын анықтайтын элементтер. Яғни, біз бұл факторларды ескермесек, құрылғының тиімділігі күмән тудырады.

Кез келген механизмнің жұмысын электрондық басқару жүйелері қамтамасыз етеді. Біздің құрылғымызда сенсорлық деректерді өңдеп, қозғалыстарын нақты бақылауға мүмкіндік беретін жүйе болуы тиіс. Осылайша, құрылғы науқастар үшін қауіпсіз әрі тиімді болады.

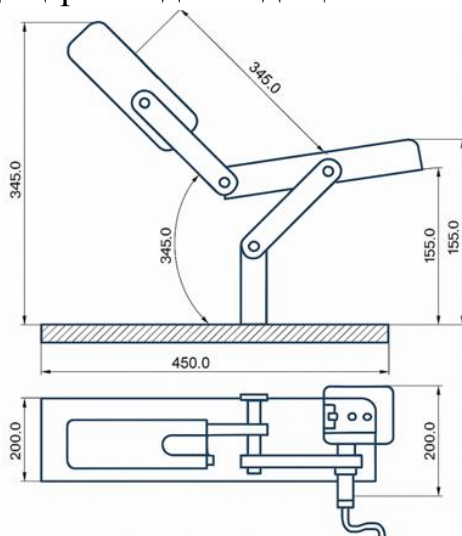
Кесте 6 – Жобалауда ескертілетін талаптар

Критерий	Түсіндірме
Қауіпсіздік	Артық жүктеме, бұрыш шектері, төтенше тоқтату жүйесі

Ыңғайлылық	Науқастың дене пішініне бейімделетін белдіктер мен тіректер
Пайдалану қарапайымдылығы	Жеңіл интерфейс, режим ауыстырудың қарапайым жолы
Қолжетімділік	Коммерциялық емес, арзан компоненттер негізінде жасалуы
Көпфункционалылық	Жаттығудың әртүрлі режимдері: пассивті, белсенді, аралас

Құрылғыны қолдану бағыттары:

- Инсульттан кейінгі адамдарға (қол, аяқ қозғалысын қалпына келтіру);
- ДЦП диагнозы бар балалар мен ересектер;
- Аяқ-қол жарақатынан кейінгі реабилитация;
- Қолданушылардың үй жағдайында қозғалыс белсенділігін арттыру.



2.1-сурет – Құрылғының техникалық сызбасы

2.2 Реабилитациялық жүйенің функционалдық құрылымы және жұмыс істеу қағидаты

Осы құрылғы адамдардың қол-аяқ қозғалыстарын қалпына келтіруге арналған. Бұл жүйе науқастың физикалық белсенділігіне байланысты түрлі жаттығу режимдерін ұсынып, сенсорлық ақпаратты өңдейді.

Құрылғының негізгі бөліктері мынадай:

- 1) Сенсорлық жүйе – бұлшықет белсенділігін, қозғалыс бұрышын, үдеуді және қысымды өлшейтін датчиктер (мысалы, EMG, акселерометр).
- 2) Басқару модулі – Arduino немесе STM32 негізінде жұмыс істейтін микроконтроллер, барлық сенсор деректерін жинап, қозғалысты басқарады.
- 3) Активация жүйесі – сервоқозғалтқыштар немесе электрмеханикалық қозғалтқыштар құрылғыны қажетті бағытта қозғалтады.

4) Қуат көзі – аккумулятор немесе адаптер арқылы жұмыс істейді (мысалы, 12В).

5) Интерфейс блогы – LCD дисплей немесе мобильді қосымша арқылы құрылғының режимі мен жаттығу параметрлерін реттеуге болады.

6) Қауіпсіздік жүйесі – қозғалыс бұрышының шектеулері, артық жүктемеден қорғау және тоқтату батырмасы бар.

Жұмыс істеу қағидаты

1. Инициализация кезеңі

Құрылғыны қосқанда, барлық сенсорлар мен жетектер калибрленеді. Пациенттің жеке мәліметтері, мысалы, бойы, қол және аяқтың ұзындығы, енгізіледі.

2. Жаттығу режимін таңдау

Пассивті режимде құрылғы өзі қимылды орындайды, яғни пациентке көмек қажет емес. Жартылай белсенді режимде құрылғы мен бұлшықет бірге жұмыс істейді. Ал белсенді режимде құрылғы тек бақылап отырады, бәрі бұлшықет күшіне негізделеді.

3. Қозғалысты орындау

Басқару жүйесі сенсорлармен алынған деректерді өңдеп, жетектерге нақты бұйрық жібереді. Қозғалыс физиологиялық шектерде, жылдам әрі бірқалыпты орындалады.

4. Кері байланыс және есеп беру

Қозғалыстың бұрышы, ұзақтығы мен күш әсері жүйеде сақталады және экранда немесе қосымшада көрсетіледі. Бұл ақпарат жаттығудың нәтижесін талдауға көмектеседі.

Артықшылықтары:

- Икемділік – науқастарға ыңғайлы;
- Жеңіл интерфейс – қолдануға оңай;
- Кері байланыс – жаттығу нәтижелерін нақты көрсетеді;
- Модульдік құрылым – жөндеу жасау оңай.

2.3 Құрылғының негізгі техникалық компоненттері мен блоктық құрылымы

Жобаланған реабилитациялық құрылғы бірнеше аппараттық және электрондық модульдердің үйлесімді жұмыс істеуіне негізделген. Әрбір бөлік оның өз функциясын орындап, науқастың қозғалыс белсенділігін қалпына келтіруге көмектеседі.

1. Негізгі техникалық компоненттер:

1) Контроллер (Arduino/STM32)

– Құрылғының «миы». Ол барлық сенсорлардан келген мәліметтерді өңдеп, жетектерді басқаруға міндетті.

– Артықшылықтары: арзан, кең таралған, бағдарламалау оңай, жақсы жұмыс істейді[20].

2) Сервоқозғалтқыштар (Servo motors)

– Қозғалысты тікелей жүзеге асырады. Олар буын қозғалысын модельдейді: иілу, жазылу, айналу.

– Момент күші қозғалтылатын дененің қозғалысына байланысты. Мысалы, тізе үшін ол 3-5 Н*м болады.

2. Сенсорлар жүйесі:

– *Акселерометр (MPU6050)* – үдеу және қозғалыс траекториясын анықтайды;

– *Гироскоп* – кеңістіктегі бұрыштық жылдамдықты өлшейді;

– *Энкодерлер* – қозғалыс бұрышын нақты анықтайды;

– *Сенсор* – бұлшықет белсенділігін өлшеу үшін (опционалды).

3. Дисплей (LCD/OLED)

Пайдаланушы интерфейсінің бөлігі. Жаттығу режимін, қозғалыс бұрышын, уақыт пен кері байланысты көрсетуге арналған.

4. Қуат көзі (12V /5V адаптер немесе аккумулятор)

Құрылғының барлық бөліктеріне ток жеткізеді. Микроконтроллер 5V, ал қозғалтқыштарға 9-12V қажет болуы мүмкін.

5. Байланыс интерфейсі (Bluetooth, USB)

Құрылғыны компьютермен немесе мобильдік қосымшамен байланыстырады (деректерді сақтау, анализ жасау үшін).

6. Құрылымдық қаңқа (рама)

Құрылғының физикалық негізі. Металл, алюминий немесе 3D – принтерден басып шығарылған пластиктен жасалады. Эргономика мен қауіпсіздік талаптарына сай болуы тиіс.



2.2-сурет – Құрылғының функционалдық блок-схемасы

Блоктық құрылымның сипаттамасы

Бұл құрылғы модульдік тәсілмен жасалған. Әр модуль өз міндетін атқарып, жүйеге қосылады.

Кесте 7 – Блоктық құрылым

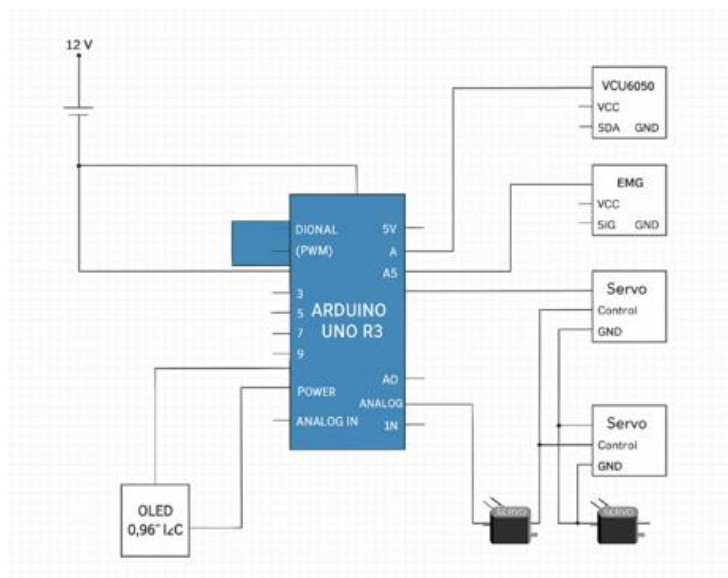
Модуль атауы	Функциясы
Басқару блогы	Деректерді өңдеу, алгоритмдер орындалуы
Сенсорлар блогы	Қимылды бақылау және кері байланыс
Активация блогы	Қозғалысты орындау (жетектер)
Интерфейс блогы	Пайдаланушымен өзара әрекеттесу
Қуат көзі	Құрылғыны электр энергиясымен қамтамасыз ету
Қауіпсіздік элементтері	Қозғалыс шегін шектеу, апаттық тоқтату

Артықшылықтары:

- Модульдік құрылым – бөлшектерді оңай ауыстыруға және жақсартуға болады;
- Бағасы қолжетімді – нарықта бар арзан, бірақ сенімді құрамдастар қолданылған;
- Интеграция мүмкіндігі жоғары – келешекте Wi-Fi, жасанды интеллект, бұлтты деректер жинау сияқты функциялар қосуға болады.

Кесте 7 – Сипаттамалар кестесі

Компонент	Модель	Қызметі
Контроллер	Arduino UNO R3	Негізгі басқару блогы
Сервоқозғалтқыш	MG996R	Буын қозғалысын орындау
Акселерометр	MPU6050	Үдеу және бұрышты өлшеу
Дисплей	0.96"OLED	Кері байланыс, режим көрсету
Қуат көзі	12В адаптер	Жалпы қоректендіру
Байланыс	HC-05 Bluetooth	Мобильді құрылғымен байланыс



2.3-сурет – Құрылғының электрлік сұлбасы

2.4 Құрылғының математикалық алгоритмі

1. Сенсор деректерін өлшеу

Қозғалыс бұрыштарын өлшеу үшін датчиктер (мысалы, акселерометр, гироскоп, бұрыштық датчиктер) қолданылады:

$$\theta(t) = \theta_0 + \int_0^t \omega(\tau) d\tau \quad (2.1)$$

Мұнда:

- $\theta(t)$ – уақыттағы буын бұрышы
- $w(t)$ – бұрыштық жылдамдық (гироскоп дерегі)

2. Қозғалысты жоспарлау

Мақсат – мотор/жүйе белгілі бір траекториямен қозғалуы:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2.2)$$

Мұнда:

- $X(t)$ – уақыттағы қозғалыс траекториясы
- V_0, a – бастапқы жылдамдық пен үдеу
- Бұл формула біркелкі үдемелі қозғалыс үшін

3. PID басқару алгоритмі

Жетекті басқару үшін PID – регулятор қолданылады:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.3)$$

Мұнда:

- $u(t)$ – басқару сигналы
- $e(t) = \theta_{\text{максат}} - \theta(t)$ – бұрыштық қателік
- K_p, K_i, K_d – PID коэффициенттері (пропорционал, интеграл, дифференциал)

4. Кері байланыс жүйесі

Сенсорлар үнемі мәлімет беріп, құрылғы қозғалысты түзетіп отырады:

$$E_{\text{ггог}} = \theta_{\text{максат}} - \theta_{\text{нақты}} \Rightarrow \text{PID} \Rightarrow \text{Моторға сигнал} \quad (2.4)$$

5. Симметрия және қауіпсіздік тексеруі

$$F_{\text{макс}} \leq F_{\text{рұқсат}} \quad \text{және} \quad |\theta(t)| \leq \theta_{\text{шектеу}} \quad (2.5)$$

Бұл науқастың денсаулығына зиян келтірмей, құрылғыны қауіпсіз пайдалануға мүмкіндік береді.

2.5 Құрылғының кинематикасы

Бұл құрылғы науқастың аяқ-қолдарын қалпына келтіруге арналған реабилитациялық құрал. Оның кинематикасы – яғни, буындардың қозғалысы, траекториясы мен бұрыштарының өзгеруі – адам биомеханикасына негізделеді.

Кинематика қозғалысты жылдамдық, үдеу, бұрыш және траектория арқылы сипаттайтын ғылым. Біз науқастың буындарының қозғалысын дұрыс қайталау үшін құрылғының қозғалысын соған сәйкестендіруіміз керек.

Құрылғының кинематикалық құрылымы былай: егер ол шынтақ немесе тізе буынын қалпына келтіруге арналған болса, онда ол екі буынды манипулятор сияқты әрекет етеді. Бірінші буын – иық немесе жамбас буыны, ол фиксирленген. Екінші буын – шынтақ немесе тізе буыны, ол белсенді түрде қозғалады.

Тура кинематика

Тура кинематикада буын бұрыштары белгілі болған кезде соңғы нүктенің (қол немесе аяқ ұшының) координатасын есептейміз:

$$\begin{aligned} x &= l_1 \cos(\theta_1) + l_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ y &= l_1 \sin(\theta_1) + l_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Мұндағы:

- L_1, l_2 – буындардың ұзындықтары,
- θ_1, θ_2 – бірінші және екінші буындардың бұрыштары,
- X, y – құрылғының ұшы (мысалы, қолдың ұшы) қай жерде екенін көрсетеді.

Кері кинематика

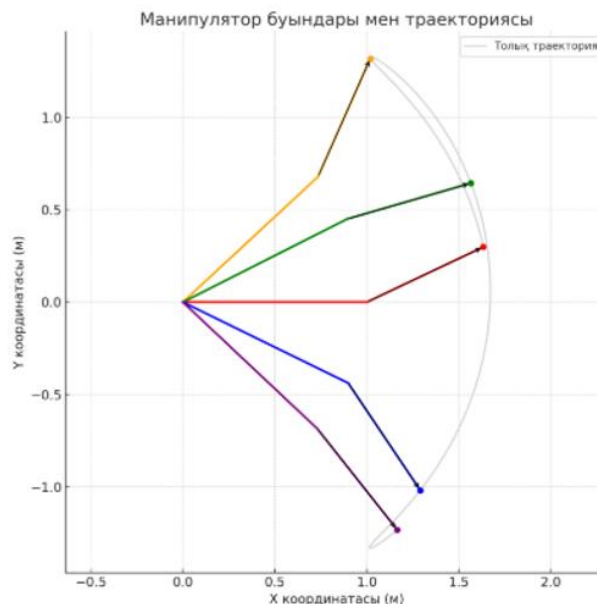
Мақсатты нүкте (x, y) берілгенде, оған жету үшін құрылғының әр буыны қандай бұрышқа бұрылу керек екенін есептейміз:

$$D = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2}$$

$$\theta_2 = \arctan 2 \left(\pm \sqrt{1 - D^2}, D \right)$$

$$\theta_1 = \arctan 2(y, x) - \arctan 2(l_2 \sin(\theta_2), l_1 + l_2 \cos(\theta_2))$$

(2.7)



2.4-сурет – Сызба түрінде: буындар + қозғалыс бағыты + траектория

Бұл сызбада:

- *Буындар* – екі буынды манипулятордың әрбір конфигурациясы көрсетілген (мысалы, иық + шынтак немесе жамбас + тізе).
- *Қозғалыс бағыты* – әрбір позицияда соңғы буынның (қол-аяқ ұшы) бағыты көрсетілген.
- *Толық траектория* – құрылғы соңғы нүктесінің қозғалыс жолы (жарық сұр сызық).



2.5-сурет – Құрылғының 3D визуализациясы

3 Бағдарламалық бөлім

3.1 Құрылғы траекториясын визуализациялау

Мақсаты сенсорлардан мәлімет алып, PID алгоритмін қолдана отырып, қозғалтқышты басқару және қозғалыс траекториясын бақылауға арналған қарапайым код.

Құрылғы сипаттамасы:

- Контроллер: Arduino Uno Mega
- Қозғалтқыштар: серво (немесе DC мотор + драйвер)
- Сенсорлар: Потенциометр немесе MPU6050 (позицияны өлшеу үшін)
- Кері байланыс: позицияны тұрақты бақылау
- Басқару алгоритмі: PID(нақты қозғалыс траекториясын бақылау үшін)

1. Python коды (NumPy + Matplotlib)

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Уақыт параметрлері
t = np.linspace(0, 10, 500)

# Буын бұрыштары (радианмен)
theta1 = np.pi/4 * np.sin(0.5 * t)
theta2 = np.pi/6 * np.sin(0.5 * t + 1)

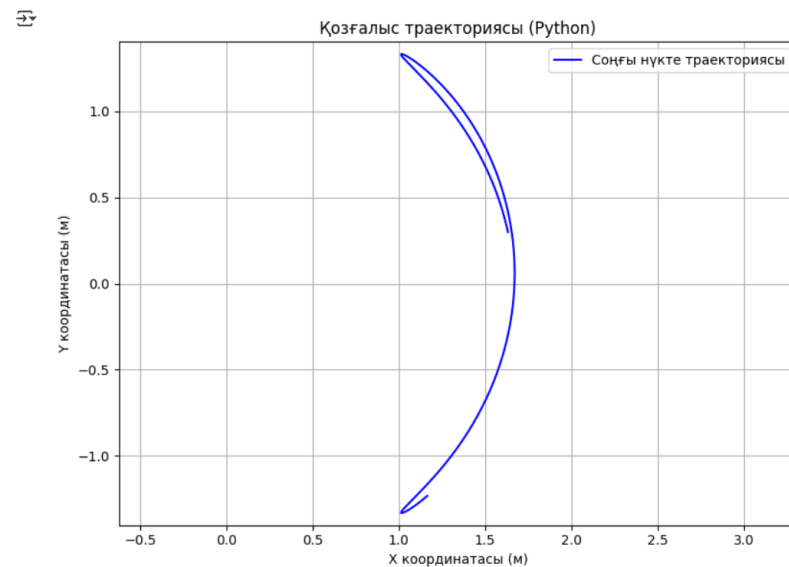
# Буын ұзындықтары (метр)
l1 = 1.0
l2 = 0.7

# Траекторияны есептеу (тура кинематика)
x = l1 * np.cos(theta1) + l2 * np.cos(theta1 + theta2)
y = l1 * np.sin(theta1) + l2 * np.sin(theta1 + theta2)

# График салу
plt.figure(figsize=(8,6))
plt.plot(x, y, color='blue', label='Соңғы нүкте траекториясы')
plt.title("Қозғалыс траекториясы (Python)")
plt.xlabel("X координатасы (м)")
plt.ylabel("Y координатасы (м)")
plt.grid(True)
plt.axis('equal')
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Бұл код құрылғының екі буынды кинематикалық моделі бойынша соңғы нүктесінің қозғалысын сызады.

Осы формулалар негізінде траекторияны сызатын график



3.1– сурет. Соңғы нүктенің (қол немесе аяқ ұшының) траекториясы график түрінде.

3.2 Bluetooth модулі арқылы сымсыз басқару

1. Қажетті аппараттық қосылым\

1) HC – 05 модулі

- VCC – 5V
- GND – GND
- TXD – Arduino RX (pin 10, soft serial)
- RXD – Arduino TX (pin 11, soft serial)

2) Сервоқозғалтқыш

- Signal – Arduino D9
- VCC – 5V
- GND – GND

3) MPU6050 (I2C)

- VCC – 3.3V немесе 5V (модульге байланысты)
- GND – GND
- SDA – A4 (Uno)
- SCL – A5 (Uno)

2. Arduino код

```

#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <MPU6050.h>
#include <SoftwareSerial.h>

MPU6050 mpu;
Servo motor;

// СофтСериал үшін пиндер
SoftwareSerial btSerial(10, 11); // RX, TX

float setPoint = 90; // Әдепкі мақсатты бұрыш
float input = 0, output = 0;
float Kp = 2.0, Ki = 0.1, Kd = 0.5;
float error, prev_error = 0, integral = 0, derivative;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    btSerial.begin(9600); // HC-05 стандартты баудрейт
    motor.attach(9);
    Wire.begin();
    mpu.initialize();
}

void loop() {
    // **1) Bluetooth арқылы басқару**
    // Егер келетін деректер бар болса, оларды оқу:
    if (btSerial.available()) {
        String msg = btSerial.readStringUntil('\n');
        msg.trim();
        // Мысалы, "SET:120" → setPoint = 120°
        // Мысалы, "SET:120" → setPoint = 120°
        if (msg.startsWith("SET:")) {
            float val = msg.substring(4).toFloat();
            if (val >= 0 && val <= 180) {
                setPoint = val;
                btSerial.print("OK\n");
            }
        }
    }

    // **2) Сенсор оқу**
    int16_t ax, ay, az, gx, gy, gz;
    mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
    input = map(ax, -17000, 17000, 0, 180);

    // **3) PID есептеу**
    error = setPoint - input;
    integral += error;
    derivative = error - prev_error;
    output = Kp*error + Ki*integral + Kd*derivative;
    output = constrain(output, 0, 180);
    prev_error = error;

    // **4) Моторды басқару**
    motor.write(output);

    // **5) Мониторинг (Serial & Bluetooth)**
    String status = "In:" + String(input) + " Out:" + String(output) +
        " SP:" + String(setPoint) + "\n";
    Serial.print(status);
    btSerial.print(status);

    delay(50);
}

```

3. Bluetooth бен басқару командалары

- “SET:90” – мақсатты бұрышты 90 пайыз қылады.
- “SET:120” – мақсатты бұрышты 120 пайыз қылады[15].

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс барысында қозғалыс – тірек аппараты зақымданған науқастардың аяқ-қолдарының қозғалыс функцияларын қалпына келтіруге арналған инновациялық құрылғыны жасау мәселесі жан-жақты зерттелді. Бұл бағыт қазіргі медициналық инженерия саласының өзекті және сұранысқа ие бағытына жатады.

Жұмыстың теориялық бөлімінде қозғалыс бұзылысына әкелетін негізгі ауру түрлері, олардың клиникалық ерекшеліктері мен оңалту жолдары сарапталды. Сонымен қатар, қазіргі таңда қолданылып жүрген реабилитациялық құрылғыларға салыстырмалы талдау жүргізіліп, олардың кемшіліктері мен техникалық шектеулері анықталды. Қазақстандағы оңалту инфрақұрылымының дамуына шолу жасалды және заманауи технологиялар енгізу қажеттілігі көрсетілді.

Практикалық бөлімде құрылғының техникалық сипаттамасы, құрылымдық элементтері және басқару логикасы сипатталды. SolidWorks Бағдарламасында құрылғының 3D моделі жасалды, ал Multisim ортасында электрлік сұлбасы жобаланды. Құрылғының функционалдық блок-схемасы әзірленіп, басқару алгоритмдері құрылды. Қозғалысты дәл басқару үшін PID алгоритмі қолданылды, ал MPU6050 сенсоры арқылы нақты бұрыштық қозғалыс бақыланды. Құрылғыны сымсыз басқару үшін Bluetooth модулі (HC – 05) енгізілді. Қашықтықтан басқару мүмкіндігі оны қолдануда ыңғайлылық пен функционалдықты арттырады. Құрылғының қозғалыс траекториясы Python және MATLAB бағдарламалары көмегімен визуализацияланды. Бұған қоса, қозғалысты адаптивті басқару үшін кері кинематика принциптері қолданылды.

Жұмыстың жаңашылдығы – қолжетімді, модульдік құрылымды, интеллектуалды басқару жүйесіне негізделген және науқас жағдайына бейімделе алатын оңалту құрылғысын жасау. Құрылғы арзан әрі қарапайым компоненттерден тұрады, оны өндіріске енгізу немесе әрі қарай дамыту экономикалық тұрғыдан тиімді.

Жалпы, зерттеу барысында қойылған мақсаттар мен міндеттер толық орындалды. Жасалған құрылғыны әрі қарай прототип ретінде жетілдіріп, клиникалық ортада сынау ұсынылады. Бұл жоба – науқастардың өмір сапасын жақсартуға бағытталған тиімді инженерлік шешім болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://kaz.tengrinews.kz/densaulyq/insult-tr-kalu-ushn-ne-blu-kerek-344551/>
2. <https://cjme.springeropen.com/articles/10.3901/cjme.2014.03.437>
3. <https://medipolglobal.kz/физиотерапия-және-оңалту>
4. <https://tass.ru/v-strane/17487633>
5. <https://zytekno.com/kk/tag/logistics-exoskeleton/>
6. <https://stud.kz/referat/show/59811>
7. <https://chatgpt.com>
8. <https://projecthub.arduino.cc/>
9. <https://www.arduino.cc>
10. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
11. <https://www.arduino.cc/en/software/>
12. <https://www.solidworks.com/ru/online-product-trials>
13. <https://ppt-online.org/119524>
14. <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/12244/1224419/The-development-of-assistive-device-for-active-lower-limb-rehabilitation/10.1117/12.2635134.short>
15. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4650162>

6B07114 – «Биомедициналық инженерия» мамандығының студенті

Кдырислам Асемнін
дипломдық жобасына (жұмысына)

СЫН ПІКІР

Тақырыбы: Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау

Кдырислам Асемнін бакалаврлық дипломдық жобасы «Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау» арналған.

Жұмыстың мақсаты науқастардың қол мен аяқ бұлшықеттерін белсенді түрде қалпына келтіруге мүмкіндік беретін құрылғыны жасау болып табылады.

Алға қойған мақсаттарға жету үшін келесі тапсырмалар қарастырылған: құрылғының техникалық сипаттамасы, құрылымдық элементтері мен басқару логикасы қаралды. SolidWorks бағдарламасында құрылғының 3D моделін жасадық, ал Multisim ортасында электрлік схемасын жобаладық.

Бұл модульдің негізінде Arduino Nano әмбебап платформасы және дәл басқару үшін PID алгоритмі қолданып, MPU6050 сенсоры арқылы бұрыштық қозғалыстар бақыланды. Құрылғыны сымсыз басқару үшін Bluetooth модулі (HC-05) енгізілді, бұл қолдануда ыңғайлылықты арттырады. Құрылғының қозғалыс траекториясын Python және MATLAB бағдарламаларымен визуализацияладық.

Бірінші бөлімде қозғалыс бұзылыстарының медициналық негіздеріне, оңалту әдістеріне, биомеханика, қолданылып жүрген құрылғыларға талдау жасалған.

Екінші бөлімде құрылғының техникалық сипаттамасы, 3D моделі, сызбалары басқару алгоритмдері жазылған.

Үшінші бөлімде құрылғының бағдарламалық жасақтамасы қарастырылған.

Дипломдық жобада мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуына, баяндалуына, ресімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптарға сәйкес ұйым стандарты бойынша жасалған.

Студент Кдырислам Асемнін «Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау» атты жұмыстық жобасы өте жоғары дәрежеде жасалып, толығымен орындалған деп есептеймін. Дипломдық жоба өте жақсы бағаланып, студент Кдырислам Асемді бакалавр академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Сын пікір беруші

эл-Фараби атындағы ҚазҰУ,
Жасанды интеллект және
Big Data кафедрасының доцент м.а., PhD
« 06 » 06 2025ж



Қарымсакова Н.Т

6B07114 – Биомедициналық инженерия
Кдырислам Асемнің
дипломдық жобасына ғылыми жетекшінің

ПІКІРІ

Тақырыбы: Науқастардың аяқ-қолдарын белсенді қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау

Жұмыстың мақсаты науқастардың қол мен аяқ бұлшықеттерін белсенді түрде қалпына келтіруге мүмкіндік беретін құрылғыны жасау болып табылады.

Алға қойған мақсаттарға жету үшін келесі тапсырмалар қарастырылған: құрылғының техникалық сипаттамасы, құрылымдық элементтері мен басқару логикасы қаралды. SolidWorks бағдарламасында құрылғының 3D моделін жасадық, ал Multisim ортасында электрлік схемасын жобаладық.

Бұл модульдің негізінде Arduino Nano әмбебап платформасы және дәл басқару үшін PID алгоритмі қолданып, MPU6050 сенсоры арқылы бұрыштық қозғалыстар бақыланды. Құрылғыны сымсыз басқару үшін Bluetooth модулі (HC-05) енгізілді, бұл қолдануда ыңғайлылықты арттырады.

Бірінші бөлімде қозғалыс бұзылыстарының медициналық негіздеріне, оңалту әдістеріне, биомеханика, қолданылып жүрген құрылғыларға талдау жасалған.

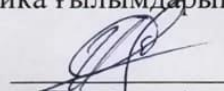
Екінші бөлімде құрылғының техникалық сипаттамасы, 3D моделі, сызбалары басқару алгоритмдері жазылған.

Үшінші бөлімде құрылғының бағдарламалық жасақтамасы қарастырылған.

Жалпы дипломдық жобаға қойылған тапсырма толығынан орындалған, студент Кдырислам Асемнің дипломдық жобаны орындау кезінде өзінің белсенділігін, білімділігін көрсетті, сондықтан оған биомедициналық инженерия мамандығының бакалавры деген академиялық дәреже беруге лайық деп санаймын және жасаған жұмысын өте жақсы деп бағалаймын.

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының магистрі, оқытушы

 Игембай Е.А.
(қолы)

« 05 » 06 2025 ж.

Ф КазНТУ 704-21. Отзыв научного руководителя



Отчет подоби

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

науқастардың аяқ-қолдарын қалпына келтіруге арналған құрылғы жасау

Автор

Научный руководитель / Эксперт

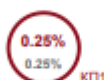
Қдырислам Асем СағындықызыЕрболат Игембай

Подразделение

ИАИИТ

Объем найденных подоби

КП-на 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.



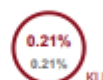
25

Длина фразы для коэффициента подоби 2



4724

Количество слов



41476

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		1
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		1

Подобия по списку источников

Ниж 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 Подоби 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	Курсовая работа, Дисциплина Методика иноязычного образования, на тему: «Использование аутентичных материалов при обучении чтению как виду речевой деятельности на старшей ступени обучения в средней общеобразовательной школе», автор Бабинцева Д.А., студентка 3 курса, Специальность 58021000 – Иностранная филология, научный руководитель Кандалина Е.М. docx 5/6/2020 Kostanai State University A.Baitursynov (Кафедра иностранной филологии)	12 0.25 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)			■
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
из домашней базы данных (0.00 %)			■
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
из программы обмена базами данных (0.25 %)			■
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Курсовая работа, Дисциплина Методика иноязычного образования, на тему: «Использование аутентичных материалов при обучении чтению как виду речевой деятельности на старшей ступени обучения в средней общеобразовательной школе», автор Бабинцева Д.А., студентка 3 курса, Специальность 5В021000 – Иностранная филология, научный руководитель Каңдалина Е.М..docx 5/6/2020 Kostanai State University A.Baitursynov (Кафедра иностранной филологии)	12 (1) 0.25 %	
из интернета (0.00 %)			■
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)			
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	