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

_____ кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»

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

_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Қолдық жидисемтің шисаулы бұлшықеттер негізінде зерттеу.

Мамандығы Аспан жасау

Орындаған Сағитжан Бекжан Аманжанұлы Тобы ПСК-15-1.
(Т.А.Ж.)

Ғылыми жетекшісі PhD, доцент Бамбаев Б.Г.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер:

экономикалық бөлім бойынша:

аға оқытушы Тулегенова С.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «29» 05 2019 ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Байзекова С.М. аға оқытушы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «29» 05 2019 ж.
(қолы)

есептеу техникасын қолдану бойынша:

PhD, доцент Бамбаев Б.Г.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

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

_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: Мигамбаев Т.О.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «11» 06 2019 ж.
(қолы)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ «____» _____201___ж.
(қолы)

Алматы 2019

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

Ақпараттық технология және телекоммуникация институты

кафедрасы

Мамандығы

Дипломдық жобаны орындауға берілген
ТАПСЫРМА

Студент Сапитжан Бекжан Аманжолұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы Қолдану жүйесінде шисашот бұйрықтарын жүйелеу.

201___ ж. «__» _____ №_____ университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_____»_____201___ж.

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

1. Ағымдағы жұмыстар және жүйесілеп шолу
2. Шисашот бұйрықтарын жүйелеу шешімі шисашот жүйесілеп.

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

1. Жүйенің шолу тарихы.
2. Шисашот бұйрықтары.
3. Шот ресімдеуін бұйрықтарды шешім.

...

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. Тақырыптық бет.
2.
3. Теориялық мәліметтер.
4. Экспериментті басқару құрылғылары
5. Шығарылым бөлімі бет.
6. Техникалық бөлім.
7. Экономикалық тиімділік мәліметтер.
8) Экономикалық бөлім.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

Егоров С.М, Поддубная. «Робототехнические и мехатронные системы. А.К Кавалерова, Б.Б Жумаев Основы теории исполнительных механизмов мобильных роботов. ОХЕМ. Бишкек « Шкетолин Ішкі құрылғылы роботов.

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тулешова С.К	29.05.19	
Өмір т. қауіпсіздігі	Байзакова С.М	29.05.19	

Диплом жобасы дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Техникалық бөлім	09.03.19	
Технологиялық бөлім.	6.04.19	
Конструкциялық бөлім.	20.04.19	
Экономикалық бөлім.	5.06.19	
Өмір тіршілік қ. мен қау бөл	5.06.19.	

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 201___ж.

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

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

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

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыс экзоскелеттің қолың жасауға және жасанды бұлшық еттер арқылы қозғалуы процесіне келтіру жайлы жазылған . Жұмыстың басы экзоскелеттер туралы, ал екінші бөлімі жасанды бұлшық еттер туралы жалпы түсініктері туралы жазылған.Дипломдық жоба Maya Autodesk бағдарламасында 3D моделің құрудан басталды . Экзоскелеттің қаңқасы ретінде темір таңдалып,өлшемдер бойынша кесілді . Жасанды бұлшықтар талшықты түтікшеден жасалды.Ал басқарылу принципі ретінді пневматика таңдалды.

Аннотация

Эта дипломная работа была написана о том, что экзоскелет может создать руки и привести к процессу движения через искусственные мышцы . Начало работы было написано о экзоскелетах, а вторая часть о общих понятиях о искусственных мышцах . Дипломный проект начался с создания 3D модели в программе Maya Autodesk . В качестве каркаса экзоскелета выбран железо и разрезан по размерам . Искусственные мышцы изготовлены из волокнистой трубки. А принцип управляемости выбрана последовательная пневматика.

Annotation

This thesis was written about how an exoskeleton can create hands and lead to a process of movement through artificial muscles . The beginning of the work was written about exoskeletons, and the second part-about the General concepts of artificial muscles . The graduation project began with the creation of a 3D model in the Maya Autodesk program . As the frame of the exoskeleton selected Iron and cut in size . Artificial muscles are made of a fibrous tube . The principle of controllability the selected serial Pneumatics.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Теориялық негіздер 9
1.1 Экзоскелеттің шығу тарихы 9
1.2 Медицинада қолданылуы 11
1.3 Әскери саладағы экзоскелеттер 15
1.4 Өнеркәсіптік экзоскелеттер 17
2 Экзоскелеттердің басқару құрылымдары, модулияциясы 19
2.1 Қаңқа 19
2.2 Жетектер 19
2.3 Қуат беруді басқару және модуляция 19
2.4 Пайдаланушы өлшемінің өзгерістеріне бейімделу 20
3 Жасанды бұлшық еттер 22
3.1 Бұлшық ет дегеніміз не? 22
3.2 Жасанды бұлшық еттер 22
3.3 Жасанды бұлшық еттің түрлері 24
4 Техникалық бөлім 30
4.1 Жобаның моделін Maya Autodesk бағдарламасыңда құру 30
4.2 Адам параметрі бойынша экзоскелетті дайындау 31
4.3 Темір бөлшектерден экзоскелетті жинау 32
4.4 Пневматикалық бұлшық етті дайындау 33
5 Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері 37
5.1 Оператор жұмыс орнының қауіпсіздігі 37
5.2 ауа ортасының параметрлерін көрсету 39
5.3 Қорғау құралдарына қойылатын талаптар 40
5.4 Жұмыс орнына қойылатын талаптар 40
5.5 Бөлмедегі жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу 41
6 Экономикалық бөлім 47
6.1 Экономикалық тиімділікті есептеу 47
6.2 Экзоскелетті жасаудағы еңбек сыйымдылығын есептеу 47
6.3 Экзоскелетті жобалауға кететің шығымдар 48
6.4 еңбекақы төлеу шығындарын есептеу 49
6.5 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды 53
Қортынды 54
Әдеббиеттер тізімі 55

Кіріспе

Экзоскелетті роботтар дененің өзіндік қозғалыстарын имитациялауға, ұлғайтуға немесе күшейтуге арналған қосымшалардың кең спектрін ашатын кәсіби сервистік роботтардың бірегей нысаны болып табылады. Бұл роботтар тұтынушылық тауарлардан бастап, әскери өндірісті аяқтай отырып, адам қозғалысына қажетті қолдау көрсетуді қамтамасыз етеді. Қазіргі заманғы нарықта роботтарды-экзоскелеттерді негізгі қолдану медицина саласындағы оңалту қызметтеріне - бұлшықет қозғалысын жаттықтыру және жарақат алған адамдарды қалпына келтіруге көмек көрсетуге қолдануда. Олар сондай-ақ әскерде шайқаста сарбаздардың шаршауы мен жарақаттанған адамдарды тасымалдау үшін пайдаланылады. Жартылай экзоскелеттер қайталанатын немесе кернеулі жұмыстарды орындайтын өнеркәсіптегі жұмысшыларға эргономикалық қолдау көрсетуді қамтамасыз етуі үшін пайдаланылмақ.

Әскери және медициналық секторлардан тыс осы роботтарды әзірлеу негізінен дененің төменгі немесе жоғарғы бөлігінің экзоскелеттеріне ерекше бағытталған. Көп бөлігі бойынша толық жетекті экзоскелеттер коммерциялық өміршең болып табылмайды. Олардың медицинада, әскерде және өнеркәсіптік салаларда қолданыста жетек алары сөзсіз. Сондай-ақ шаңғы тебу, жорықтар, спорт және көлік сияқты ар тұтыну нарығыда ашық.

Экзоскелетті роботтар көптеген түрлі тәсілдермен пайдаланылуы мүмкін. Технология жаңа қосымшалар қол жетімді болатын деңгейге жетті, сондықтан таяу жылдары нарық айтарлықтай өсуі тиіс.

Экзоскелет (грек. έξω — сыртқы жәнеσκελετος — сүйек) — ол жоғалған функциялардың орнын толтыруға, адам бұлшық етінің күшін арттыруға және қозғалыс амплитудасын кеңейтуге арналған құрылғы. Сыртқы жүктемелерді қабылдау экзоскелеттің атқарушы механизмінде (ЭМ) әр түрлі электр жетектерін пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі.Жетектер оператор мен оператордан ақпарат алатын сенсорлық жүйенің сигналдары арқылы басқарылады. Оператордың қозғалысың толықтай орындап отыру үшін механизм оператордың биомеханикасын толықтай қайталап отыруы тиіс.

Экзоскелет ағаш тәріздес кинематикалық құрылыммен сипатталатын адымдайтын роботтар класына жатады. Адымтайтын роботтардың артықшылықтарының қатарына олардың кез-келген жолмен жүруі,сонымен қатар аз энергия тұтынуы кіреді. Қозғалу кезінде рычагты-топсалы жүйелер доңғалақ және шынжыр табанды машиналармен жүреді, бұл орын ауыстырудың осы тәсілінің энергияны үнемдеуіне мүмкіндік береді.Сонымен қатар көптеген ыңғайсыз елді мекендерде, жолсыз,таулы,тасты жерде кедергісіз жүруі бұл құрылғының артықшылығын көрсетеді.

Экзоскелет қозғалыс кезінде күштерді пропорционалды арттыру үшін адамның биомеханикасын қайталайды. Осы пропорцияларды анықтау үшін анатомиялық параметризация түсінігін пайдалану керек.

Анатомиялық параметризация – бұл адамның дене құрылысының әртүрлі анатомиялық сипаттамалары және механикалық құрылғы параметрлерінің арасындағы сәйкестіктерді анықтау.

Ашық баспасөз хабарламалары бойынша, қазіргі уақытта іс жүзіндегі үлгілер Ресейде, Жапонияда, АҚШ-та және Израильде жасалған. Экзоскелет скафандрға енгізілуі мүмкін.

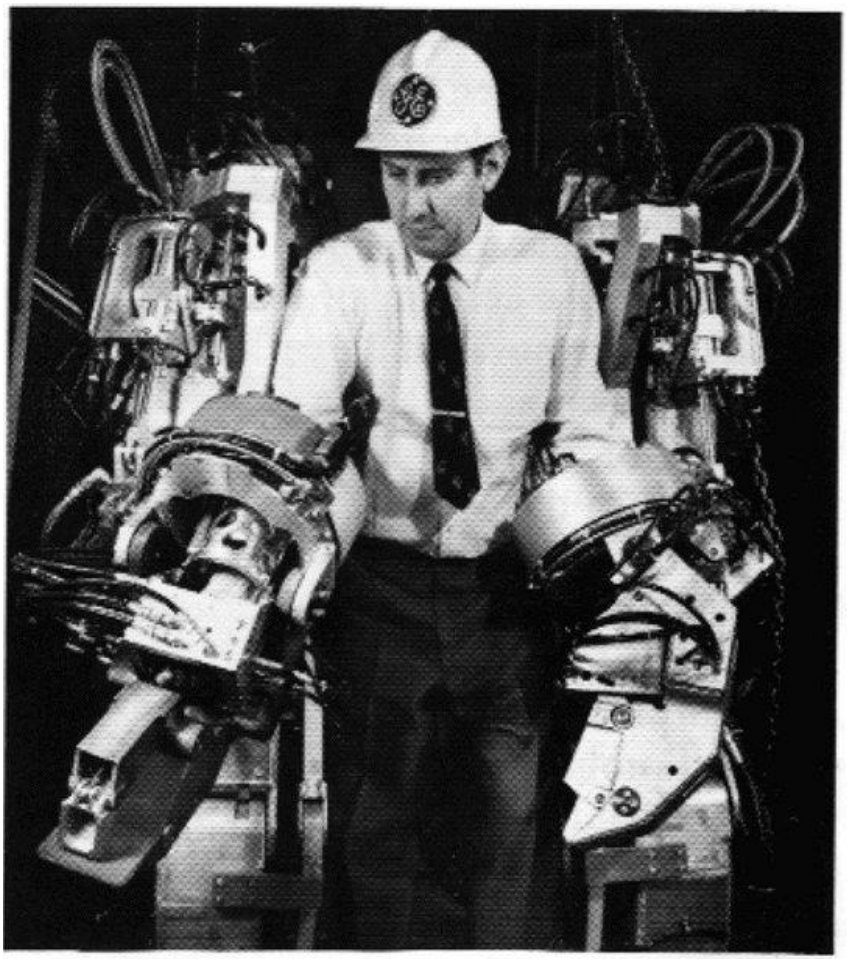
Экзоскелетті роботтар нарығы таяудағы бірнеше жылда 2,8 млрд. АҚШ долл. құрап және жылдық жиынтық өсімнің (CAGR) 45,2% керемет 45,2% өседі деген болжамдар бар. Роботтандырылған технологиялар саласындағы жетістіктер және денсаулық сақтау секторындағы тез өсіп келе жатқан сұраныс өсудің негізгі факторлары болып табылады. 2017 жылғы Халықаралық робототехника Федерациясының есебіне сәйкес, экзоскелеттердің барлық түрлері арасында ең тиімді экзоскелетті роботтар.

1 Теориялық негіздер

1.1 Экзоскелеттің шығу тарихы

Орыс ғалымы Николай Ягиннің 1890 жылы жасаған жүруге, секіруге және жүгіруге арналған көмекші құрылғылар жиынтығы бізге белгілі ең ерте экзоскелеттердің бірі болды. Аппарат механизмді қозғалысқа келтіру үшін баллондардасығылған газдың қысымын қолданды, алайда ол пассивті және адам күшін талап етті.1917 жылы американдық өнертапқыш Лесли Келли иесінің қозғалысымен қатар әрекет ететін жасанды байламдармен бу энергиясында жұмыс істеген педомоторды ойлап тапты [4].

General Electric және АҚШ-тың Қарулы Күштері 1960-шы жылдары адам қозғалыстарымен біріктірілген мобильді нағыз экзоскелеттібірлесіп әзірледі. Костюм Hardiman деп аталды және 110 килограмм (250 фунт) жүкті4,5 килограмм (10 фунт) жүкті көтергендей әсер берді (1.1-сурет).



1.1-сурет – Hardiman экзоскелеті

Механизмді гидравликамен және электрмен қозғалысқа келтіретін скафандр оның иесінің күшін 25 есе арттырды. Күштік кері байланыс атауын

алған функция иесіне манипуляцияланатын күштер мен нысандарды басқаруға мүмкіндік берді.

Жалпы идея жақсы көрінсе де, Hardiman елеулі шектеулерге йеболды. Оның 680 килограммдық (1500 фунт) салмағы тиімсіз болды. Тағы бір мәселе – бұл Masrter-slave жүйесі. Оның жылдамдығы секундына 0,76 метр (2,5 фут / с) болды. Бұл оның екінші кемшілігі болды. Экзоскелетті жасаушылары практика жүзінде оны қолдана алмады. Одан кейінгі зерттеулер экзоскелеттің бір қолына шоғырланды. Ол белгіленген 340 кг жүгін көтере алсада оның өте ауыр салмағы бұл нәтиже үшін өте тиімсіз болды [4].

1969 жылы профессор Миомир Вукобратовичтің басшылығымен Михаил Пупин институтында сол кездегі ең белсенді экзоскелеттер мен гуманоидты роботтар жасалды (1.2-сурет). Алдымен аяқтағы қозғалыс жүйелері әзірленді. Осы жүйелердің теориялары сол институтта белсенді экзоскелеттер аясында жасалды. Белсенді экзоскелеттер заманауи жоғары өнімді гуманоидты роботтардың ізашары болды.

1.2-сурет – Гуманоидты роботтың үлгісі

Қазіргі белсенді экзоскелеттер адамның табиғи қаңқалық жүйесінің мүмкіндіктерін арттыру жүйесі ретінде әзірленеді. Пневматикалық жүйе және электрондық бағдарламасы бар парализденген және осыған ұқсас мүгедектерді оңалту үшін белсенді экзоскелеттің ең табысты нұсқасы 1972 жылы Белград ортопедиялық клиникасында іске асырылды және сынақтан өтті.

Бір үлгі Мәскеу қаласындағы Орталық Травматология және ортопедия институтына КСРО мен Югославияның мемлекетаралық ғылыми ынтымақтастығы аясында жеткізілді. 1991 жылдан бастап экзоскелет политехникалық мұражайдың базалық қорына (Мәскеу қ.) және Ресей Федерациясының Мемлекеттік мұражай қорына өтті. Ол автоматтандыру мен кибернетиканы дамытуға арналған мұражай экспозициясы аясында ұсынылған.

1960 жылы Лос-Аламос зертханасы Project Питман деп аталатын экзоскелет жобасы бойынша жұмыс істеді. 1986 жылы «құтқару костюмі» атауымен экзоскелеттің прототипі АҚШ әскерінің рейнджері Монти Ридмен бастауымен құрылды.Ол парашютпен жазатайым оқиғаның нәтижесінде арқасын сындырды. Госпитальда емделіп жүріп Роберт Хайнлайнның «ғарыштық десантшылар» атты ғылыми-фантастикалық романын оқып, жаяу әскердің мобильді күш костюмдерін хайнлайнмен сипаттауға негізделе отырып, ол құтқару костюмін жасады (1.3-сурет).

1.3-сурет –Питман жобасымен құрылған құтқару кастюмі

1.2 Медицинада қолданылуы

Экзоселеттер жарақат алған немесе аурудың кесірінен сал болып қалған науқастардың зақымданған функцияларын қалыпқа келтіруге көп пайдасын тигізеді.Мүгедек болып жүре алмай қалған адамдардың ешкімнің көмегінсіз белсенді өмір сүруіне жәрдем береді.

Мұндай құрылғылар медбикелерге және басқа да мамандарға жұмыстарына көмек көрсете алады. Жапон инженерлері медбикелерге пациенттерді көтеруге және тасымалдауға көмектесуге арналған

экзоскелеттерді әзірледі. Бұл технология қарт адамдардың өсіп келе жатқан санына бейімделуге көмектесе алады (1.4-сурет).

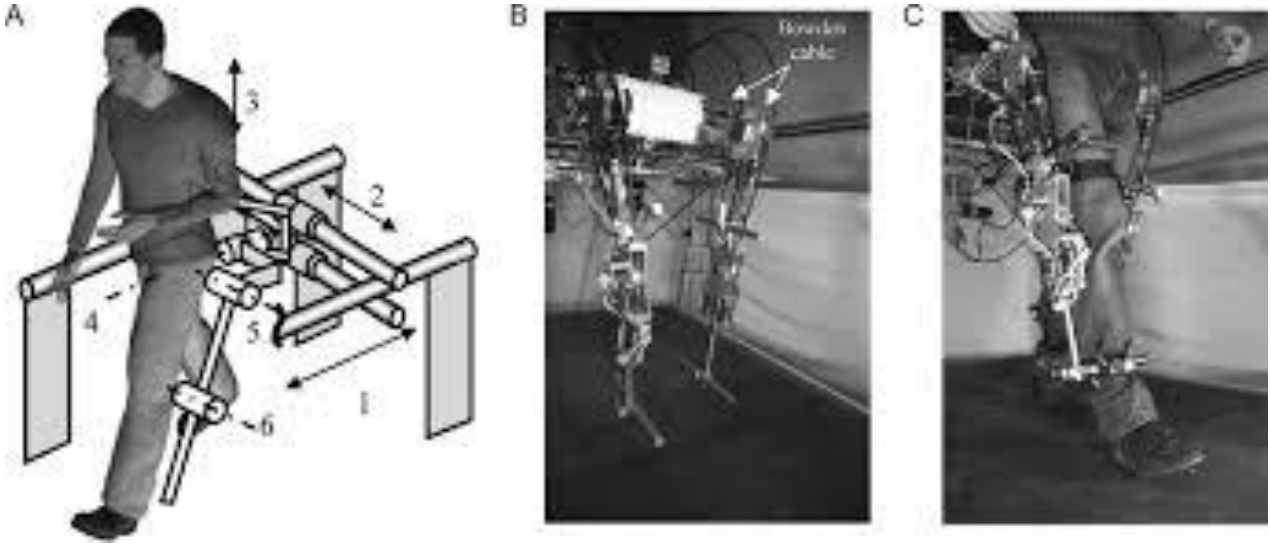
1.4-сурет –Жапониядағы науқастарға арналған экзоскелет

Экзоскелеттер сондай-ақ инсульт немесе жұлын жарақаты бар пациенттерді оңалтуда көмектесе алады. Мұндай экзоскелеттер кейде оңалту роботтары деп аталады. Экзоскелет ауыр науқасқа бір терапевтен емделуге мүмкіндік беріп негізгі қажетті терапевтердің санын азайтуы мүмкін.Ал қазір бір науқасқа бірнеше терапевт қажет

1.5-сурет –CAPIO экзоскелеті

Экзоскелеттердің көмегімен оқыту біркелкі болады, ретроспективті талдау оңайырақ және әрбір пациент үшін арнайы бапталуы мүмкін. Қазіргі уақытта оңалту орталықтарына арналған оқу құралдарын әзірлеу бойынша бірнеше жобалар бар (Lopes exoskeleton, Lokomat, uniexo модульдік роботтандырылған экзоскелет, CAPIO және The gait trainer, HAL) .

Экзоскелеттер пациенттің күшіне керекті мөлшерде көмектесіп терапияның қатаң, мақсатты сеансын қамтамасыз ете отырып, көмектің ең аз мөлшерін қамтамасыз ететіндей етіп құрастырылуы мүмкін. Ekso Bionics Ричмонд Калифорния ekso GT әзірледі.Оның бірнеші функциялар болды. «SmartAssist» бағдарламалық қамтамасыз ету физиотерапевттердіңкөмегіңсіз жүріп тұруына мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта бұл технология телеанипуляцияда, адамды амплификациялауда, нейромоторлық бақылауды зерттеу мен оңалтуда, сондай-ақ адамның моторлы бақылауы бұзылған кезде көмек көрсету үшін (алып жүретін Роботтар: Биомехатрондық экзоскелеттер) қолданылады.



1.6-сурет – Lopes экзоскелеті

Hybrid Assistive Limb (сондай-ақ HAL ретінде белгілі) Cyberdyne компаниясының Жапония Цукуба университеті мен робототехника компаниясы әзірлеген экзоскелет костюм болып табылады. Ол өз пайдаланушыларының, әсіресе мүмкіндігі шектеулі адамдардың физикалық мүмкіндіктерін қолдауға және кеңейтуге арналған.

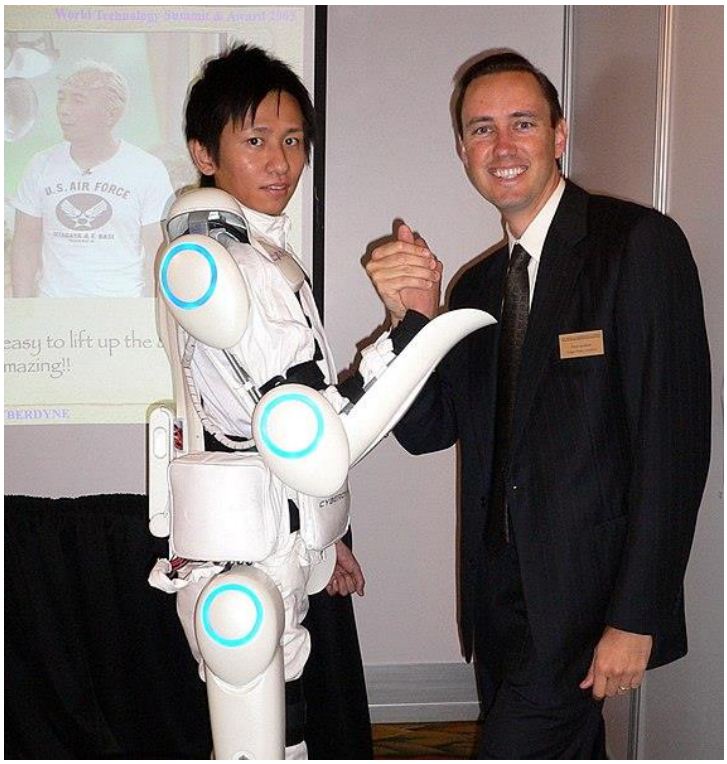
Жүйенің екі негізгі нұсқасы бар:

– HAL 3,ол тек аяқ функциясын қамтамасыз етеді;

– HAL 5 барлық дененің экзоскелеті болып табылады.

2011 жылы Cyberdyne және Цукуба университеті HAL толық костюмінің клиникалық сынақтары 2012 жылы басталатынын мәлімдеді. Ал тестілер 2014 немесе 2015 жылға дейін жалғасады. 2012 жылдың қазан айына қарай HAL талаптары бүкіл Жапония бойынша 130 түрлі медициналық мекемелерде қолданылды. 2013 жылдың ақпан айында HAL жүйесі жаһандық қауіпсіздік сертификатын алған алғашқы экзоскелетке айналды. 2013 жылдың тамыз айында HAL хирургиялық емсіз әлемдегі алғашқы робот ретінде Еуропада клиникалық қолдану үшін ЕО сертификатын алды. Экзоскелет HAL өзінің

медициналық қолдануларына қосымша құрылыста және табиғи апаттардың салдарын жою жұмыстарында қолданылған.



1.7-сурет – Hal костюмінің прототипіндегі адам

HAL ең алғашқы прототипін Цукуба университетінің профессоры Йошиюки Санкай ұсынды . Үшінші сыныптан роботпен әуестенген Санкай "адамдарды қолдау" үшін роботты костюм жасауға тырысты. 1989 жылы философия докторы дәрежесін алғаннан кейін. робототехникада ол HAL әзірлеуді бастады. Санкай үш жылын роботты жасаумен өткізді. 1990 жылдан 1993 жылға дейін аяқтың қозғалысын басқаратын нейрондар картасын құрастырды. Оған және оның командасына аппараттық қамтамасыз ету прототипін жасау үшін тағы төрт жыл қажет болды.

2000 жылдардың басында әзірленген HAL үшінші прототипі компьютерге қосылды. Оның бір ғана батареясы шамамен 22 килограмм (49 фунт) салмақ салып, оны өте тиімсіз етті. Керісінше HAL-5 ең кеш моделі бар болғаны 10 килограмм (22 фунт), ал оның аккумуляторы мен басқарушы компьютері пайдаланушының беліне байланды.

Cyberdyne 2008 жылы медициналық мақсаттарға арналған Hal костюмін жалға бере бастады. 2012 жылдың қазан айына қарай Hal 300-ден астам Жапониядағы медициналық мекемелер мен қарттар үйлерінде пайдаланылды. Костюм институционалдық жалға алу үшін қол жетімді болды. Тек Жапонияда ай сайынғы төлемге 2000 АҚШ доллары төленді. 2012 жылдың желтоқсан айында «Андеррайтерз зертханасы» компаниясы Cyberdyne ISO 13485 стандартына-медициналық бұйымдарды жобалау және өндіру үшін

халықаралық сапа стандартына сәйкестігін сертификаттады. 2013 жылдың ақпан айының соңында HAL костюмі жаһандық қауіпсіздік сертификатын алып, осындай қозғалтқышы бар алғашқы экзоскелетке айналды. 2013 жылдың тамыз айында талап-арыз ЕО сертификатын алды (1.7-сурет).

ReWalk – бұл параплегиктерге тұруға, баспалдақпен жүруге және көтерілуге мүмкіндік беретін аяққа арналған күшті бекіткіштер қолданылатын бионикалық жүру тұруға арналған коммерциялық көмек жүйесі. Жүйе рюкзактың батареясынан қуат алады және пайдаланушының қозғалысын анықтайтын және күшейтетін қарапайым қол қашықтықтан басқару пультімен басқарылады. Йокнеам, Израиль, Амит Гоффермен жасалған ReWalk Robotics Ltd компаниясы (бастапқыда Argo Medical Technologies Ltd) сатады, және шамамен 85 000 АҚШ доллары тұрады (1.8-сурет).

1.8-сурет– ReWalk Robotics экзоскелеті

Құрылғы Филадельфия маңындағы MossRehab клиникалық сынақтан өтті. 2014 жылдың шілде айында ReWalk Robotics 58 миллион АҚШ долларына дейін тарта алатын американдық бастапқы жария акцияларды орналастыруға өтінім берді. Компания NASDAQ қор биржасында «RWLK» белгісімен тіркелді.

1.3 Әскери саладағы экзоскелеттер

Экзоскелетті қолдану саны өсуде, мысалы, жабдықтау заттарын түсіру кезінде шаршауды төмендету және өнімділікті арттыру үшін немесе солдаттардың жүгіру немесе баспалдақпен көтеру кезінде ауыр заттарды (40-300 кг) алып жүруі үшін қолданылуы мүмкін. Экзоскелетті пайдалана отырып, сарбаздар метаболизмін төмендетіп, күштерің сақтай отырып, ауыр броньды және қаруды пайдалана алар еді.Кейбір модельдер борттық компьютермен

басқарылатын гидравликалық жүйені пайдаланады. Олар іштен жану қозғалтқышынан, батареялардан немесе әлеуетті отын элементтерінен қоректенуі мүмкін [5].

1.9-сурет –Экзоскелет Raytheon XOS 2

XOS 2-АҚШ әскері үшін Raytheon әзірлеген екінші ұрпақтың роботталған костюмі. Компания алғаш рет 2010 жылдың қыркүйек айында Юта штатындағы Солт-Лейк-Сити қаласындағы зерттеу орталығында экзоскелеттің мүмкіндіктерін көрсетті. Роботты костюм оның ішінде сарбаздың күшін, ептілігін және төзімділігін арттырады. XOS 2-да жоғары қысымды гидравликалық жүйе қолданылады, ол иесіне ауыр заттарды 17: 1 қатынасында (қабылданатын салмағына нақты салмақ) көтеруге мүмкіндік береді. Бұл шаршамай немесе жарақатсыз жүктемені қайта көтеруге мүмкіндік береді.

АҚШ қорғаныс перспективалы зерттеу жобаларының агенттігі (DARPA) Exoskeletons for Human Performance Augmentation бағдарламасы шеңберінде 2001 жылы экзоскелеттерді әзірлеуге бастамашылық етті. Агенттік бесжылдық бағдарлама аясында түрлі қатысушыларға 50 млн доллар қаржы бөлді. Алайда олардың екеуі ғана американдық әскерлер үшін экзоскелеттің прототиптерін әзірлеуге белсенді қатысты.

XOS жүйесі бастапқыда Юта штатының Солт-Лейк Сити қаласында, Sarcos Research-дан тасуға ыңғайлы автономды роботтар ретінде немесе WEAR (Wearable Energetically Autonomous Robot) ретінде әзірленді. Биомеханикалық роботты жасау 2000 жылы басталды. 1983 жылы құрылған компания 2007 жылы қараша айында Raytheon сатып алды.

XOS 2 екінші буындағы роботталған костюм жеңіл материалды пайдаланады және XOS 1 қарағанда 50% - ға тиімді. Ол құрылымдарға және жетектерге міндеттерді орындауға мүмкіндік беретін контроллерлер, датчиктер, жоғары берік алюминий және болат комбинациясын пайдаланады.

XOS 2 жүйесі электр жүйелері бар гидравликалық іштен жанатын қозғалтқышпен жабдықталған. Прототип сымның көмегімен гидравликаның қуат көзіне байланған. Қозғалтқыш гидравликалық жетектерімен басқарылады (1.9-сурет) .

1.4 Өнеркәсіптік экзоскелеттер

Өнеркәсіпте қолмен жасалатын жұмыстарды жеңілдетіп олардың өнімділігің арттыру үшін әзірленген экзоскелеттер қазіргі уақытта коммерциялық қол жетімді және практикалық жағынан өзін жақсы көрсете білді.Қазіргі кезде зерттеулер жалғасуда және жақында роботтар нарығы үшін арнайы әзірленген жаңа технологиялар ұсынылды. Өнеркәсіптік жағдайларда экзоскелетті пайдаланумен байланысты стандарттар мен нормативтік мәселелер медициналық саладағы сияқты кең және күрделі емес. Одан да маңыздысы, өнеркәсіптік жұмыстар үшін экзоскелетті пайдалану қарапайым ,оңай және арзан.

Өнеркәсіптік экзоскелеттер– бұл механикалық құрылғыларға берілетін жалпы атау, олардың конструкциясы оператордың аяқ-қолдарының, буындары мен бұлшық еттерінің құрылымын көрсететін, олармен бірге жұмыс істейтін және қабілеттілікті немесе шаршау мен ауыртпалықты жеңілдететін редуктор десекте болады. Дене салмағын қолдауда, көтеруде көмек көрсететін, жүктемені қолдайтын, дене жағдайын түзету және тұрақтандыру өнеркәсіптік экзоскелеттердің жалпы мүмкіндіктерінің бір қатары [6].

1.10-сурет-Жамбас бөлігіне арналған Hyundai (H-CEX) экзоскелеті

Өнеркәсіптік экзоскелеттер басқарушы – операторлардың интеллектін, өнеркәсіптік роботтардың күші мен төзімділігін пайдаланатын,киюге жарамды кастюмроботтар деп ойлау дұрысырақ. Қарапайым роботтар сияқты олар міндеттерді, әсіресе көп қайталанатын міндеттерді оңай шешеді. Экзоскелеттері кәдімгі бағдарламалық түрде басқарылатын роботарды сияқты автоматтандыруға болмайды.Экзоскелеттер оператордың қатысуын талап ететін роботтар қатарына жатады (1.10-сурет).

2 Экзоскелеттердің басқару құрылымдары, модулияциясы және кемшіліктер

2.1 Қаңқа

Экзоскелеті бар бастапқы роботтар әдетте болат және алюминий сияқты қымбат емес және оңай қалыптасатын материалдарды пайдалана отырып жасалды. Дегенмен, болат ауыр болды, соңымен қатар ол өз йесінің салмағымен қоса,өзінің салмағында көтеруге тиісті болды. Қолданылатын алюминий қорытпалары жеңіл, бірақ тез тозады. Экзоскелет үшін жоғары жүктеме жағдайында алюминий қаңқамы жүктемені көтере алмай, адамды жарақаттауы мүмкін.

Қазіргікезде материял тану ғылымдарының дамуына байланысты титаннан жасалған қаңқаларжасалып жатыр,бірақ оның бағасының қымбат болуы оның саның шектейді.Қәзіргі кезде метало-пластикалық материялдар қолданылуда [6].

2.2 Жетектер

Қуатты, бірақ жеңіл конструктивтік проблемалар топсалы жетектер үшін де тән. Стандартты гидравликалық цилиндрлер күшті және дәл өлшемді болуы мүмкін, бірақ олар сондай-ақ ауыр сұйықтық толтырылған шлангілер мен атқарушы цилиндрлер, және сұйықтық пайдаланушыға ағып кетуі мүмкін. Пневматика, әдетте, нақты қозғалыс үшін тым күтпеген жағдайларға соқтырып. Серіппенің сығылған газы мен жүріс ұзындығы газдың қысылуына және жетекке әсер ететін реактивті күштерге байланысты өзгереді.

Гидравликалық сұйықтықтың қысымы адам үшін қауіпті болуы мүмкін. Ағып кетуден шашырайтын ағыс 100 фунт / кв. Дюйм / 6,9 бар қысымда теріге еніп кетуі мүмкін. Егер бүріккіш сұйықтық хирургиялық жолмен жойылмаса, гангрена мен улану болуы мүмкін.

Сонымен қатар, жаңа икемді сериялар және басқа да деформацияланатын жетектер адам аяқ-қолының қаттылығын бақылау идеяларына негізделген роботталған экзоскелеттерде пайдалану үшін ұсынылады.

Мұндай иінтіректер мен шкивтер сияқты механикалық артықшылықтары бар құрылғылар, сондай-ақ атқарушы механизмдер ретінде пайдаланылады, бірақ олар шын мәнінде беріктігін арттыру немесе шаршауды азайту мүмкін екенін дәлелденген жоқ [6] .

2.3 Қуат беруді басқару және модуляция

Шамадан тыс және қалаусыз қозғалысты бақылау және модуляция – үшінші үлкен мәселе. Алға / ұстап қалу / артқы жүрісті бақылаумен және

борттық компьютерді басқарусыз қарапайым бір жылдамдықты көмекші қозғалтқышты жасау жеткіліксіз. Мұндай механизм көмекші қозғалыс қалаған позициядан тыс шыққан кезде пайдаланушының қалаған қозғалысы үшін тым жылдам болуы мүмкін. Егер пайдаланушының денесі костюмнің қозғалысын тудыратын қарапайым байланыс беттерімен жабылған болса, шығарынды пайдаланушының денесінің костюм аяқ-қолының қалпынан артта қалуына алып келуі мүмкін, бұл экзоскелетті қарама-қарсы бағытта жылжыту үшін жағдай датчигімен байланысқа әкеледі. Бұл пайдаланушы денесінің артта қалуы бақыланбайтын жоғары жылдамдықты тербелмелі қозғалысқа әкелуі мүмкін, ал қуатты қосалқы механизм қашықтықтан ажыратылмаған жағдайда, операторға соққы немесе жарақат келтіруі мүмкін.әдетте мұндай ауытқулар бар.

Тербелістерді болдырмау үшін баяулайтын көмекші бір жылдамдықты механизм пайдаланушының маневрлігін шектейді. Кенеттен күтпеген қозғалыстар, мұндай түйісу немесе итеру, қалпына келтіру және құлауды болдырмау үшін жылдам дәл қимылдарды талап етеді, бірақ баяу көмекші механизм жай ғана сынуы және ішінде пайдаланушыны жарақаттауы мүмкін.

Экзоскелет әдетте өте берік және қатты материалдардан тұрады, ал адам денесі экзоскелетте қолданылатын қорытпалар мен қатты пластмассаларға қарағанда әлдеқайда жұмсақ. Адамның терісі бетінің көп бөлігінде шашпен жабылған. Экзоскелетті, әдетте, экзоскелеттің пластиналары мен сервоприводтары бір-бірімен сырғып кеткен кезде, тері мен шашты қысып қалу мүмкіндігінен жалаңаш терімен тікелей жанасқан кезде киюге болмайды. Оның орнына пайдаланушы буынды қысу қаупінен қорғау үшін ауыр мата костюміне жасалуы мүмкін [6].

Экзоскелеттің бар қосылыстарының өздері де қоршаған ортаның құммен және құммен ластануына ұшырайды және тиімді жұмысты қамтамасыз ету үшін элементтерден қорғауды қажет етуі мүмкін. Мұны жеңудің дәстүрлі жолы-айналмалы бөліктердің айналасындағы тығыздағыштарды және төсемдерді пайдалану, бірақ экзоскелет механигіне экзоскелет үшін қорғаныс «қабығы» қызмет ететін пайдаланушыдан бөлек берік мата костюміне қорытынды жасай отырып, мұны да жасауға болады. Экзоскелеттің айналасындағы бұл қорғау костюмі да пайдаланушыны қорғанудан қорғай алады.

2.4 Пайдаланушы өлшемінің өзгерістеріне бейімделу

Бұл мақалада бейнеленген экзоскелеттердің көпшілігі, әдетте буындар арасындағы тіркелген қашықтықты көрсетеді, бірақ адамдар скелет сүйектерінің физикалық өлшемі мен ұзындығының кең ауқымын көрсетеді, сондықтан барлық сәйкес келетін бір өлшемді экзоскелет жұмыс істемейді. Әскери мақсатта әдетте үлкен адамдар ғана пайдаланылса да, азаматтық пайдалану барлық мөлшерге, соның ішінде дене мүмкіндіктері шектеулі

балалар мен кішкентай балаларды қоса алғанда, қолданылуы мүмкін.Бұл проблеманың бірнеше ықтимал шешімдері бар: белгіленген өлшемдегі экзоскелеттердің кең спектрі әр түрлі өлшемдегі әрбір пайдаланушыға құрастырылуы, сақталуы және берілуі мүмкін. Бұл әртүрлі өлшемдегі пайдаланушылардың алуан түрлілігіне байланысты өте қымбат, бірақ бір ғана адам экзоскелетті пайдаланғанда, мысалы, физикалық мүмкіндігі шектеулі адамға оның жеке ұтқырлығы үшін берілген кезде мүмкін. Әскери сервистегі экзоскелеттер пайдаланушы үшін жеке өлшемге ие болады және ортақ пайдалану үшін қолжетімсіз болады, бұл модельдердің көптеген мүмкін болатын өлшемдеріне қажетті қосалқы бөлшектердің кең ассортиментін жеткізуді қиындатады .

Пайдаланушылардан экзоскелетті алу үшін белгілі бір физикалық өлшем қажет болуы мүмкін. Дене өлшемі бойынша физикалық шектеулер өте үлкен және өте кішкентай адамдар үшін орындықтар мен басқару органдарын қиыстыруға байланысты ұшақтардың ұшқыштары сияқты жұмыстар үшін армияда бар.

Ұзындығы реттелетін аяқ-қолдар мен экзоскелеттің рамалары құрастырылуы мүмкін, бұл пайдаланушылардың кең шеңбері үшін өлшемдердің икемділігін қамтамасыз етеді. Әлеуетті пайдаланушының сүйек ұзындығының үлкен әртүрлілігіне байланысты экзоскелеттің бірнеше реттелетін модельдерінің болуы талап етілуі мүмкін, олардың әрқайсысы өлшемдердің белгілі бір диапазонын қамтиды, мысалы, бір модель тек 1,5–2,1 метр (5-7 фут) бойы адамдар үшін ғана.

Тағы бір қиындық сүйек ұзындығында айырмашылықтар ғана емес, сонымен қатар сүйектің геометриясы, бұлшықет массасының, майдың және пайдаланушы киімінің кез келген қабатының, мысалы, экстремалды суық немесе ыстық орта үшін оқшаулау сияқты өсуіне байланысты аяқ-қолдардың құлауы да бар. Экзоскелет, әдетте, пайдаланушының қолдары мен аяқтары ішінде болбауы және экзоскелеттің тым үлкен қуысының айналасында түспеуі немесе пайдаланушының терісі тым кішкентай экзоскелеттің қуысына байланысты уатылудан зақымдануы соншалықты тығыз болмауы үшін, оның аяқтарын ұстауға тығыз жабысуға тиіс.

Тағы да, бұл әскери жағдайларда жасалуы мүмкін, бұл бұлшық ет тығыздығының белгілі бір дәрежелерін және әлеуетті пайдаланушылардың физикалық нысанын талап етеді, сондықтан аяқ-қолды белгілі бір ұстауға арналған экзоскелеттер көптеген сарбаздарға қолайлы. Көптеген адамдар, олар биіктіктің дұрыс диапазонында болса да, жұқа немесе қалың денелер сәйкес келмейді.

Қатты қабығы бар экзоскелет қабықшаның ішінде реттелетін аспалы бұрауышты пайдалана алады. Қатты сыртқы қабық әлі де ең көп ұстап қалады, бірақ ішінде аз обхваттарды бейімдеуге қабілетті болуы мүмкін.

Шағын жабылатын секциялық жылжымалы пластиналарды пайдаланатын икемді брондалған экзоскелетті толық жабатын

пайдаланушының аяқ-қолының ұзындығына бейімделу үшін, сондай-ақ ұстап қалу бойынша, сондай-ақ пластиналардың жалпы пайдаланушының денесімен үйлестіруде қозғалуына қарай динамикалық түрде кеңейтілуі және өзінің көптеген сыртқы пластиналарының жабылу қашықтығын қысқартуы мүмкін. пайдалануға [7].

3 Жасанды бұлшық еттер

3.1 Бұлшық ет дегеніміз не?

Бұлшық ет – адамда, омыртқалы жануарларда және көптеген омыртқасыздарда денені қозғалысқа келтіретін мүше. Оның негізін бұлшық ет талшықтары құрайды. Бұлшық ет құрамы 75%-і су, 25%-іақуыз,май,көмірсужәнеминералды тұздардантұрады. Адам денесінде 400-ден астамбұлшық етбар, олар дене салмағының 40%-дан астамын құрайды. Бұлшық ет пішініне, атқаратын қызметіне, орналасқан жеріне байланысты алуан түрлі, олар ұзын, қысқа, жалпақ болып келеді. Көбіне, ұзын бұлшық етқолменаяқта, қысқа бұлшық ет омыртқа бағанасы бойында, жалпақ бұлшық ет іште, кеудеде орналасқан [8].

3.2 Жасанды бұлшық еттер

Жасанды бұлшықеттер – бұл табиғи бұлшықеттерді имитациялайтын бір компоненттің ішінде қысқаруы, кеңейтілуі немесе айналуы мүмкін атқарушы механизмдер, материалдар немесе құрылғылар. Олар кернеу, ток, қысым немесе температура сияқты сыртқы әсер етуші шамалардын әсерінен өзгеріске ұшырайды. Іске қосуға үш негізгі – қысу, кеңейту және айналдыру қозғалыстары бір құрылғыға біріктрілуі мүмкін (мысалы, екінші жағын кеңейту кезінде материалдың бір жағын қысу). Қарапайым қозғалтқыштар мен пневматикалық сызықтық немесе бұрылыс жетектері жасанды бұлшық-ет санатына жатпайды, өйткені іске келтіруде бірнеше компонент қолданылады.

Дәстүрлі қатты жетектермен салыстырғанда өзінің жоғары икемділігі, әмбебаптығы және қуат салмағына қатынасы арқасында жасанды бұлшықеттер өте тиімді жаңа технологияға айналуы мүмкін . Қазіргі уақытта бұл технология шектеулі пайдаланылса да, ол өнеркәсіпте, медицинада, робототехникада және басқа да көптеген салаларда кеңінен пайдаланылуға мүмкіндігі бар .

Табиғи бұлшық еттерді жасанды бұлшық еттермен салыстыратын болсақ атқарушы механизмдерді салыстыруға мүмкіндік беретін жалпы теория жоқ болса да, табиғи бұлшықет қасиеттерімен салыстырғанда атқарушы механизмдердің жаңа технологияларын қоюға мүмкіндік беретін жасанды бұлшықеттер технологияларына арналған «қуат өлшемдері» бар. Осылайша, өлшемдер кернеуді, деформацияны, деформация жылдамдығын, циклдің қызмет ету мерзімін және серпімділік модулін салыстыра алады. Кейбір авторлар басқа критерийлерді қолданған.Мысалы жетек тығыздығы және деформациянын серпімділігің. 2014 жылы әлемдегі жасанды бұлшықет талшықтарының ең қуатты түрің шығарды. Ол табиғи бұлшықет талшықтарынан жүз есе ауыр салмақты көтере алатын күші бар. Зерттеушілер

жасанды бұлшықеттердің жылдамдығы, энергия тығыздығы, қуаты мен тиімділігін өлшейді [9].

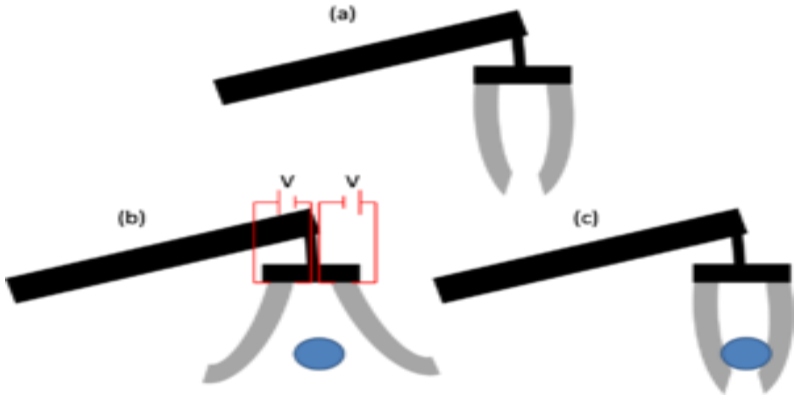
3.3 Жасанды бұлшық еттің түрлері

Жасанды бұлшықеттерді олардың атқару механизміне байланысты үш негізгі топқа бөлуге болады.

Электр белсенді полимерлер, немесе ЕБП, электр өрісінің әсері кезінде мөлшері немесе пішіні өзгеретін полимерлер болып табылады. EAP типтік сипатты қасиеті үлкен күштерді сақтай отырып, деформацияның үлкен мөлшеріне ұшырайды .

ЕБП үшін ең көп таралған қосымшалардың бірі жасанды бұлшық ет жасау үшін робототехника саласы болып табылады. Осылайша электр белсенді полимер жиі жасанды бұлшық ет деп аталады .

Электр өрісіне белсенді полимерлер (ЭБП) – бұл электр өрістерін қолдану арқылы қозғалысқа ұшырайтын полимерлер. Қазіргі уақытта ең танымал ЭБП пьезоэлектрлік полимерлерді, диэлектрлік жетектерді, электррикциялық егілген эластомерлерді, сұйық кристалды эластомерлерді және сегнетоэлектрлік полимерлерді жатқызуға болады. Қазіргі уақытта жасанды бұлшық ет ретінде қолдану олардың пайдалылығын шектейді (3.1-сурет).



3.1-сурет – ЭБП-дан жасалған қысқыш құралдың жұмыс жасау принципі

Сонымен қатар, жалпы қабылданған стандартпен ЭБП құрылғыларын жасау үшін коммерциялық түрде тиімсіз болды. Дегенмен, 1990 жылдан бастап ЭБП технологиялық жағынан айтарлықтай ілгерілеуге қол жеткізді.3.1-суретте (b) кернеу беріледі, және ЭБП саусақтары доп қоршауға деформацияланады. (c) кернеуді алып тастағаннан кейін ЭБП саусақтары өзінің бастапқы формасына оралып, допты қысып алады.

Иондық активация – электролит ерітіндісінде иондардың диффузиясы арқылы іске қосылатын полимерлер. Ионды активті электр белсенді полимерлердің ағымдағы мысалдары полиэлектролитті гелдерді, мономерлі

полимерлі металл композиттерді өткізгіш полимерлер мен электрореологиялық сұйықтықтарды жатқызсақ болады. 2011 жылы ширатылған көміртекті нанотүтіктерді электр өрісін қолдана отырып белсендіруге ғалымдар қол жеткізді [10].

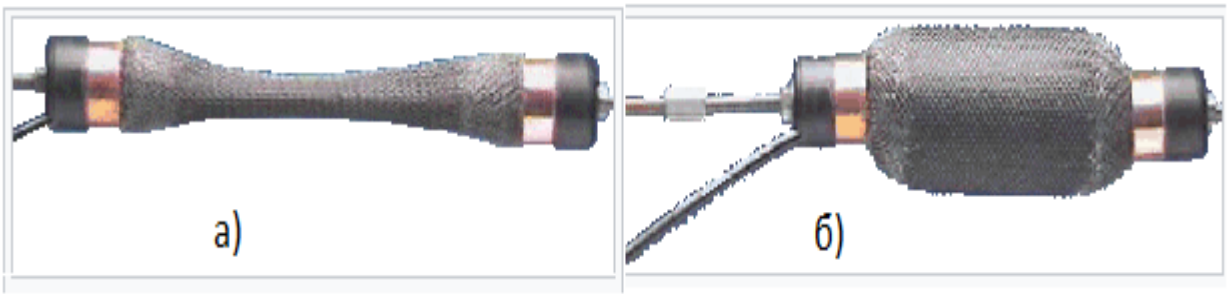
Электрэнергетикалық басқару спиральды полимер арқылы жүзеге асады.Спиральды полимер электр тоғы бойынан өткенде спиральды серіппе бұлшық ет сияқты жиырылады. Спиральды полимерлібұлшықеттерде әдетте күміс жабыны бар нейлонмен қапталған. Спиральды полимерлі бұлшық ет сондай-ақ алтын сияқты басқа электр өткізгіш метал қабатынан жасалуы мүмкін. Спиральды полимер бұлшықеттері кеңейтілуі үшін жүктеме астында болуы керек. Электр тоғы электр кедергісінің арқасында жылу энергиясына айналады, сондай-ақ джоулев қыздыру, омды жылыту және резистивті жылыту. Спиральды полимер бұлшық етінің температурасы Джоуль қызған кезде, полимер қысқарады және бұлшықеттердің жиырылуына алып әкеледі.

Пневматикалық жасанды бұлшықеттер (ПЖБ) – пневматикалық көпіршікті толтыратын қысылған ауамен басқарылатын қысқартатын немесе созатын құрылғылар. Адам бұлшық етінің жақындауында ПЖБ әдетте жұптарға топтастырылады: бір агонист және бір антагонист.

ПЖБ алғаш рет (McKibben Artificial Muscles деп аталатын) 1950-ші жылдары протездерде қолдану үшін әзірленді. Bridgestone резеңке компаниясы (Жапония) rubbertuators деп аталатын 1980 - ші жылдары идеяны коммерцияландырды [10].

ПЖБ үзілуінің беріктігі мата қабығындағы жекелеген талшықтардың жалпы беріктігімен шектеледі. Жүктеме қашықтығы тоқу тығыздығымен шектелген; өте қопсытылған өрім шығыңқылықты арттыруға мүмкіндік береді, бұл өрімде жеке талшықтарды одан әрі бұрайды.

Әуе бұлшықеттерінің күрделі конфигурациясының мысалдарының бірі Shadow Dextrous Hand , Shadow Robot компаниясы әзірлеген.



3.2-сурет – Пневматикалық жасанды бұлшықеттің жұмыс барысы

3.2-суретте пневматикалық жасанды бұлшықеттердің жұмыс барысындағы екі жағдайы көрсетілген а-жағдайы кезінде ол бос,яғни ауа үрленбеген кезі. б-жағдайы ауа пневмотүтік арқылы компрессордан беріліп

сыртқы талшықты мембрананың ішкі силиконды түтікшенің үрілуі нәтижесінде жиырылғанын байқаймыз.

ПЖБ өте жеңіл, себебі олардың негізгі элементі жұқа мембрана. Бұл оларға тікелей жұмыс істейтін құрылыммен қосылуға мүмкіндік береді, бұл ақаулы бұлшық етті ауыстыру туралы мәселені қарастыру кезінде артықшылық болып табылады. Егер ақаулы бұлшық ауыстыру қажет болса, оның орналасуы әрқашан белгілі болады және оны ауыстыру оңай болады. Бұл маңызды сипаттама, себебі мембрана қатты нүктелермен біріктірілген, бұл кернеу концентрациясын енгізеді, демек, мембрананың үзілуін ықтималдығын төмендетеді [10].

Бұл басты артықшылықтардың бірі. Математикалық модель ол функционалдық мүмкіндіктерін қолдайтын сызықсыз жүйе болып табылады.Бұл дәл бақылау үшін пневматикалық цилиндр жетектерімен салыстырғанда әлдеқайда жеңіл өтеді. РАМ-дегі күш пен созылу арасындағы өзара байланыс биологиялық бұлшықет жүйелеріндегі ұзындық пен созылу арақатынасында көрінеді.

Газдың сығылуы да артықшылығы, себебі ол сәйкестікті қосады. Басқа пневматикалық жүйелер сияқты, ПЖБ жетектері әдетте электрлік клапандар мен қысылған ауа генераторының болуын талап етеді.

Сыртқы талшықты қабықтың сусымалы табиғаты, сондай-ақ ПЖБ икемді болуға және биологиялық жүйелерді имитациялауға мүмкіндік береді. Егер беттік талшықтар өте қатты зақымдалған болса және біркелкі бөлінбеген болса, саңылауды қалдыра отырып, ішкі көпіршік саңылаулар мен үзілу арқылы жуылуы мүмкін. Барлық пневматикалық жүйелердегі сияқты, олардың зақымдану кезінде жұмыс істемеуі маңызды.

Технология негізінен пневматикалық (газ) болса да, технологияны гидравликалық (сұйық) басқаруға кедергі болатын ештеңе жоқ. Сығылмайтын сұйықтықты пайдалану жүйенің қаттылығын арттырады және оның икемділігін төмендетеді.

2017 жылы мұндай құрылғы Bridgestone және Токио технологиялық институтымен ұсынылған.

Кәдімгі жіптен және тігін жіптен жасалған жасанды бұлшық ет.Кәдімгі бұлшық етттен 100 есе көп салмақты көтере алады және адам бұлшық етімен бірдей ұзындығы мен салмағына қарағанда 100 есе көп энергия генерациялай алады.

Леске негізінде жасалған жасанды бұлшықеттер көміртекті нанотүбеден жасалған форманың немесе пішінді есте сақтайтын серіппелерден әлсіз.

Жекелеген макромолекулдар коммерциялық қолжетімді полимерлік талшықтарда талшықпен тегістелген. Оларды катушкаға орап, зерттеушілер адамға ұқсас жылдамдықпен қысқартылатын жасанды бұлшық етті жасамақ .

Полимерлік талшықтар (ширатылған), полиэтилен немесе нейлон тігін жіптері сияқты, материалдардың көпшілігіне қарағанда, қыздыру кезінде -

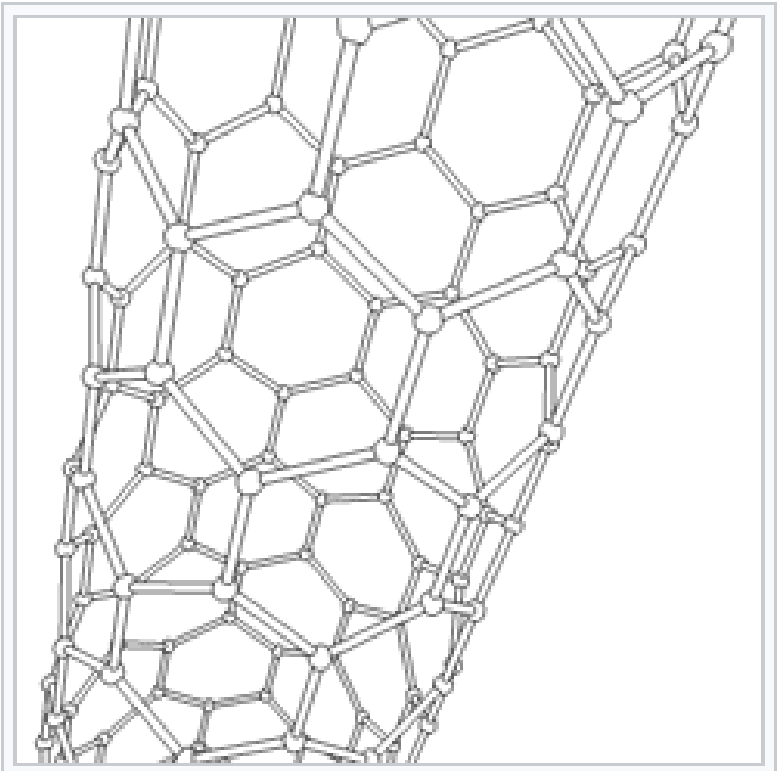
температура 250 К-ге артқан кезде шамамен 4%-ға дейін қысқарады. Зерттеушілер катушканы қыздырып катушканың69% ұзаруына қол жеткізді.

Термоактивті жасанды бұлшықеттердің қолдануының бір түрі қандай да бір энергияны пайдаланбай температураға әсер ететін терезелерді автоматты түрде ашу және жабу болып табылады.

Парафинмен толтырылған бұралған көміртекті нанотүтікшелерден тұратын кішкентай жасанды бұлшықеттер адам бұлшық етінен 200 есе күшті.

Көміртекті нанотүтікшелер(УНТ) қуыс цилиндрлі,екі өлшемді гексагоналды тордан тұратын наноматериалдар класы болып табылады . көміртекті нанотүтікшелер көміртектің, атап айтқанда, бакиболлдар (жабық қабықтар) мен графен (жазық табақтар) арасындағы аралық фуллерен класының бірі болып табылады.

Осы бір жақты көміртекті нанотүтікшелерден басқа, бұл атау екі немесе одан көп салынған нанотүтікшелер немесе бірнеше қабаттарға бүктелген графен тәріздес жолақтардан тұратын көп қабатты нұсқалар үшін де қолданылады. Жекелеген нанотүтікшелер табиғи түрде ван-дер-Ваальс күштерімен салыстырмалы әлсіз бекітілген «жіптерге» біріктіріледі.Қазіргі уақытта зерттеулердің басым бөлігі көміртекті нанотүтікшелерді дамытуға шоғырланған.



3.3-сурет – Бір жақты зигзаг тәрізді көміртекті нанотрубка

Бұл материалдардың көптеген зерттеулері мен қолданылу шеңбері бірнеше графикалық ұяшықтардан бірнеше жүздеген ұяшыққа дейін әр түрлі

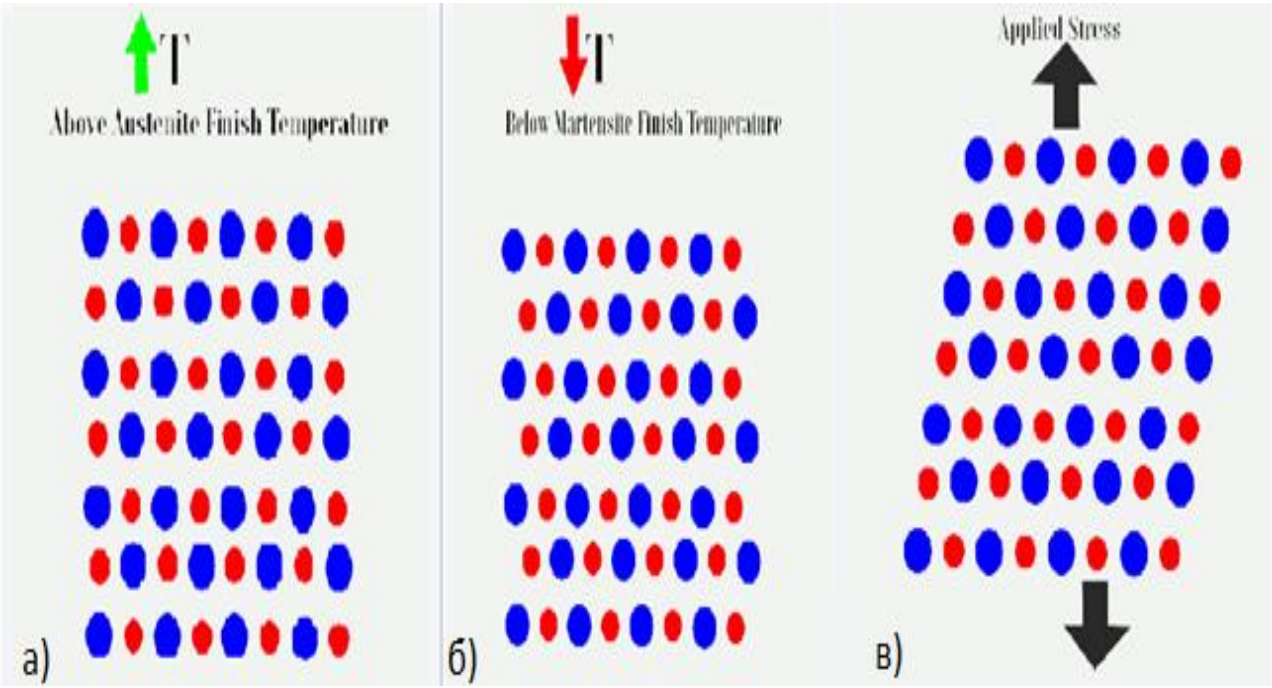
болатын түтіктерге тоғыстырылған. Бұл 0,25-тен 25 нм дейінгі диаметрлерді қамтиды.Жалпы өндіріс әдістерімен көміртекті нанотрубканың ұзындығы әлі анықталмаған. Ұзындығы диаметріне 100 000 000: 1 қатынастаболатын полметрдегі ұзындықтағы нанотүбектер жасалды.Көптеген мақсаттар үшін көміртекті нанотрубкалардың ұзындығын шексіз деп санауға болады.

Оның наноқұрылымының және атомдардың арасындағы байланыстардың беріктігінің арқасында көміртегінің цилиндрлік молекулалары ерекше механикалық қатқылдылыққа және созылу беріктігіне ие. Олар сондай-ақ қалыпты химиялық тұрақтылығы, жоғары электр өткізгіштігі және ерекше жылу өткізгіштігі бар. Бұл қасиеттер электроника, оптика, композиттік материалдар (көміртекті талшықтарды ауыстыру немесе толықтыру), нанотехнология және материалтану сияқты техниканың көптеген салаларында пайдалы болатыны күмәнсіз.

Пішінің жадыда сақтайтын қорытпалар, сұйық кристалды эластомерлер және металл қорытпалар, олар деформациялануы және одан кейін жылу әсерінен өзінің бастапқы түріне қайтып келуі мүмкін жасанды бұлшық ет ретінде жұмыс істей алады. Жылу жетегі негізіндегі жасанды бұлшықеттер жылу төзімділігін, соққыға төзімділігін, төмен тығыздығын, жоғары шаршау беріктігін және форманың өзгеруі кезінде күшті үлкен генерациялауды қамтамасыз етеді. 2012 жылы электролитті белсендірмейтін, электр өрісімен белсендірілетін жасанды бұлшықеттердің жаңа класы көрсетілді. Олар «ширатылған иірімжіптен жасалған жетектер» деп аталады. Сондай-ақ ванадий диоксидінен жасалған спиральды таспа 200000 айн / мин ең жоғары айналу жылдамдығымен айнала алады.

Пішінің жадыда сақтау әсері фазалық түрлендіруден туындаған температура, деформацияны туғызады. Бұл кристалдық құрылымдар жеңіл дислокациялық қозғалыс үшін жеткілікті сырғу жүйелері жоқ болғандықтан, олар екілік немесе детвиннинг арқылы деформацияланады.

Мартенсит неғұрлым термодинамикалық төмен температураларда, ал аустенит термодинамикалық неғұрлым жоғары температураларда жақсырақ деформацияланады. Бұл құрылымдар әртүрлі өлшемдер мен торлы симметрияға ие болғандықтан, аустенитті мартенситке салқындату мақсатымен сол жүйеге еңгізеді. Пішінің жадыда сақтайтын материял жоғары температурада дайындалатындықтан және әдетте мартенситтік фаза форманың жады әсерінің артықшылығын пайдалану үшін жұмыс температурасында басым болып табылатындай етіп құрастырылған [11].



3.4-сурет– Пішінің жадыда сақтау әсері; а) Аустеннитті суыту (екі есе) мартенситке дейін, ол қызмет ету мерзімінің басында немесе жылу циклінің соңында болады. б) мартенсит үшін қолдану.
в) Аустенитті реформалау үшін мартенситті қыздыру арқылы бастапқы пішінінің қалпына келтіру
а) аустеннитті суыту (екі есе) мартенситке дейін, ол қызмет ету мерзімінің басында немесе жылу циклінің соңында болады.
б) мартенсит үшін қолдану.
в) аустенитті реформалау үшін мартенситті қыздыру арқылы бастапқы пішінінің қалпына келтіру.

4 Техникалық бөлім

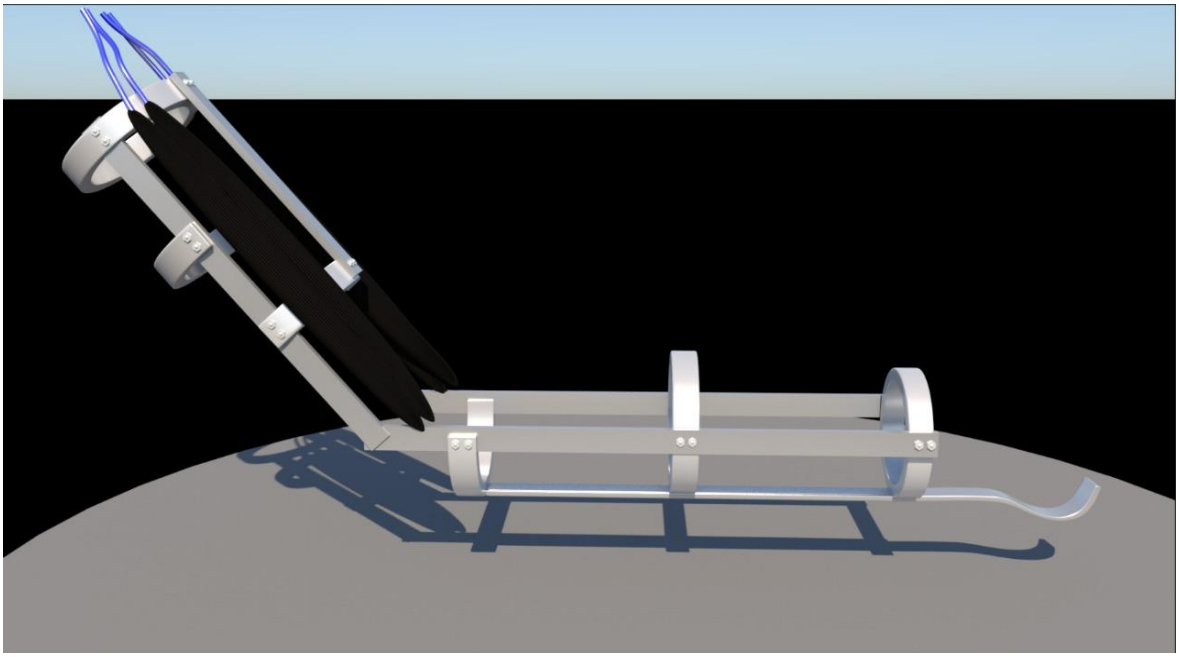
4.1 Жобаның моделін Maya Autodesk бағдарламасында құру

Кез-келген техникалық жұмыс немесе жоба жасалған кезде моделі сызылғаны дұрыс. Компьтерлік бағдарламалар дамымай тұрған кезде сызбалар қағазға сызылып көп жұмыстар жасалып сызбаның өзі жоба уақытының көп бөлігің алатын.Қазіргі уақытта барлық салалар модельді немесе кез-келген обьектіні 3D бағдарламада сызады

3D-модельдеу – бұл нысанның үш өлшемді үлгісін жасау процесі. 3D-модельдеудің міндеті-қалаған нысанның визуалды көлемді бейнесін жасау.

Үшөлшемді объектілердің графикалық бейнесі арнайы бағдарламалардың көмегімен сахнаның үшөлшемді моделінің геометриялық проекциясын (мысалы, компьютер экраны) тұрғызумен ерекшеленеді

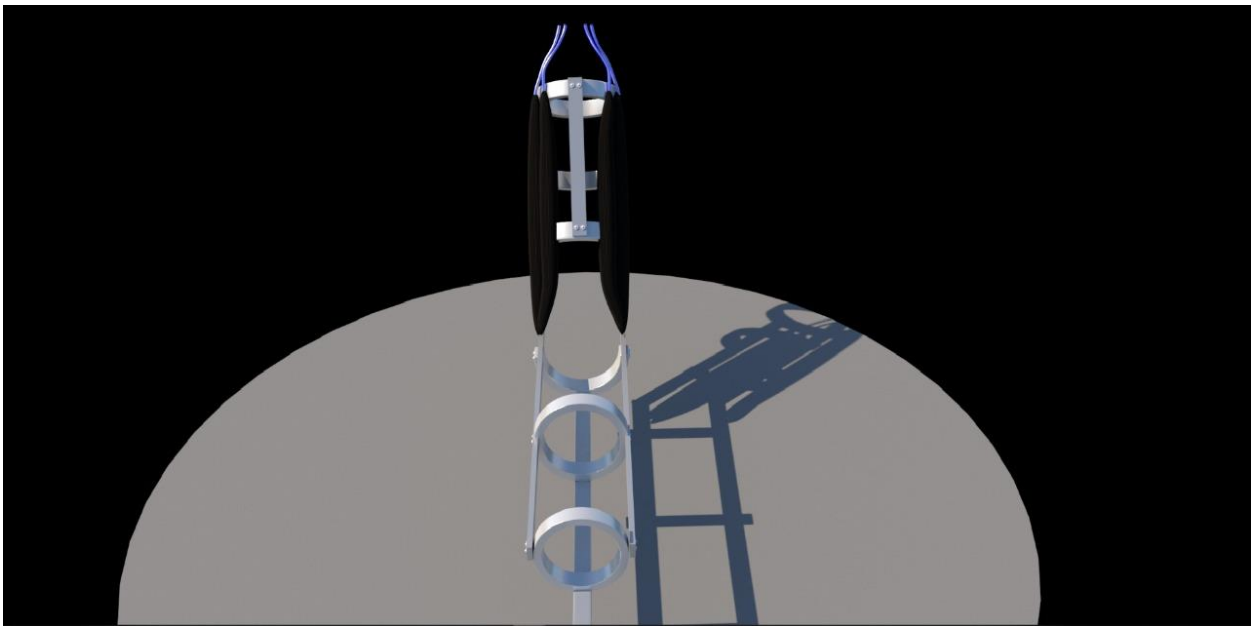
Бағдараламалық әлемде бірнеше 3D бағдарламалар бар. Соның ішінен мен Autodesk Maya бағдарламасымен экзоскелеттің қолының қаңқасын сыздым (4.1-сурет) .



4.1-сурет –Экзоскелет қолының 3D моделі

Autodesk Maya-Windows, macOS және Linux қолданылатын үш өлшемді графикалық редакторы. Maya 3D Анимация, Модельдеу және визуализация функцияларына ие. Бағдарлама анимация, орта, қозғалыс графиктері, виртуалды шындық және таңбалар жасау үшін қолданылады.

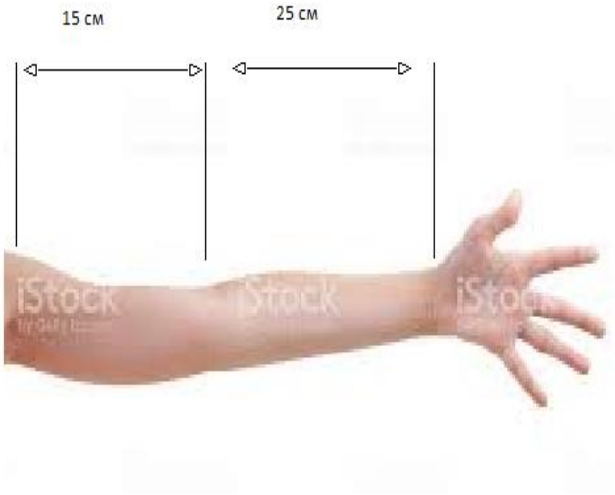
Кинематографияда, теледидарда және ойын индустриясында кеңінен қолданылады.



4.2-сурет – Экзоскелет қолының 3D моделі алдыңғы бейнесі

4.2 Адам параметрі бойынша экзоскелетті дайындау

Кез-келген адамның өзіне сай парметрлерінң болуы.Яғни қолының ұзыңдығының,білегінің жуаңдығы әр адамда әр түрлі болуы менің экзоскелетімнің белгілі парметрлерге сай адамдардың қолдануына мүмкіндік береді.Бірақ әмбебап, өлшемдерінің әр адамға келтіруге болатын экзоселет жасаса болады.Әсте ол уақыт пен қаржының көп болуын талап етеді [42].



4.3-сурет –Қолдың өлшемі

Сызғыштың немесе рулетканың көмегімен қолымыздың параметрлерің өлшеп аламыз.Яғни бізге білектен шынтаққа дейіңгі шынтақтан білекке дейіңгі аралықтарының ұзындықтары керек болады (4.3-сурет) .

Қолдың параметрлерің алғаннан кейің бізге сол өлшемдермен есептеу жасап экзоскелеттердің бөлшектернің параметрлерің сызып алуымыз керек.

Экзоскелеттің негізгі бөлшектерің бірі білете және иық жағымызда тұратын темір дөңгелектермен жартылай доғалар қажет .R_1=4.5см, R_2=5см , R_3 =6см болатын үш дөңгелек темір қажет.Сонымен қатар R_4 =5см, R_5=5см , R_6=6см болатын доғалар қажет.

$$C = 2\pi R \quad (4.1)$$

Формуласымен сақина тәріздес бөлшектің ұзындығын анықтаймыз.

C_1=2×3.14×4.5=28.26 см
C_2=2×3.14×5=31.4 см
C_3=2×3.14×6=37.68 см

Доғалардың ұзындығын;

$$L = \pi R \quad (4.2)$$

формуласымен анықтаймыз;

L_4=L_5=3.14×5=15.7 см
L_6=3.14×6=18.84 см

Барлық өлшемдерді алып болғасың біз сызбаны материялдын бетіне түсіреміз.Біздің негізгі материял қалыңдығы 1мм юолатын темір қаптама болады (4.4-сурет).

4.4-сурет –Темір қаптама

4.3 Темір бөлшектерден экзоскелетті жинау

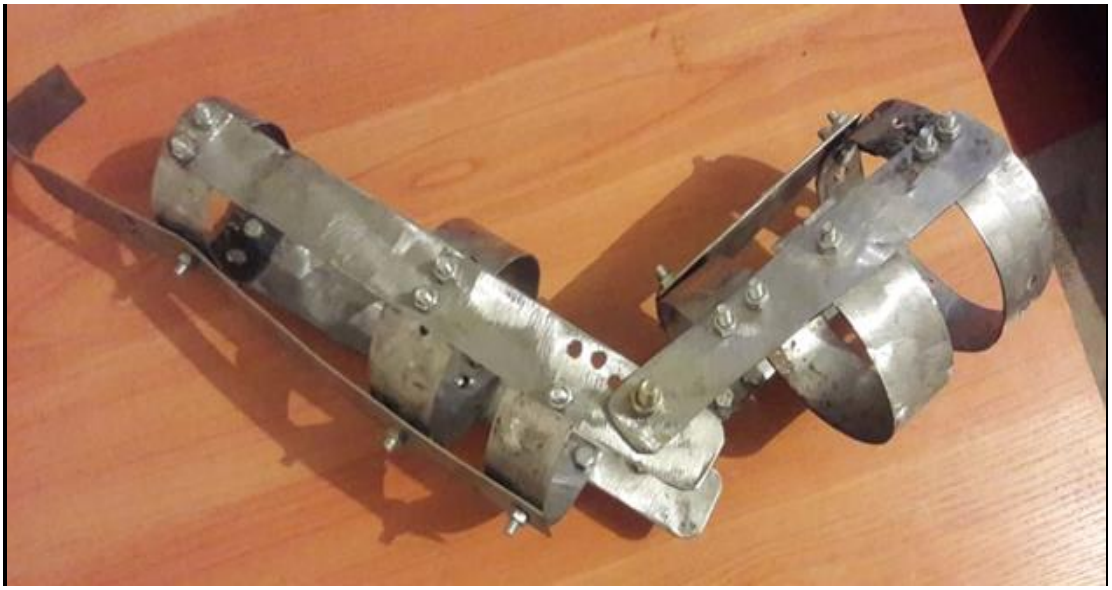
Негізгі материял ретінде темірді таңдауымның бірнеше себептері бар.Әрине оның қол жетімділігі, әр құрылыс дүкеніңде сатылуы, бағасының арзан болуы және көп металдарға қарағанда деформацияға төзімді болуы.

Әрине кемшіліктеріде бар яғни ол болат сияқты немесе дюралюминий сияқты берік емес,сонымен қатар оның ауыр салмағы және тез тот басуы сияқты кемшіліктері бар.Сонымен біздің конструкция 12 бөлшектен тұрады. Біз қара маркер арқылы кесілетін бөлшектердің орнын белгілеп аламыз.Барлық бөлшектің ені 3 см қылып аламыз [12].

Металдық қаптаманы шайқайрақпен кесіп аламыз.Кесілген бөлшектердің шетін тегістеп дәнекерлеу міндетті себебі шеттері өткірленіп кетеді.Бөлшектердің бекітілетін бөліктерін белгілеп біздің бұрандама сиятыңдай етіп алумыз керек

Бізге диаметры 6 мм және 8 мм екі түрлі бұрандамар керек.Белгіленген бөліктерді бұрғымен тесеміз.Тесілетің темірдің түзу жерде қозғалмай тұруы және бұрғының бұрандамасы вертикальды түрде темірге қатысты түзу тұруы маңызды себебі қисық ұсталған бұрғы артық күш салуы кезінде бұрандаманың сынуын алып келеді.

Барлық белгіленген орындар тесіліп болғаннан кейің, біз каркасты құрастыруға көшеміз. 6 мм болттар қозғалмайтын бөліктеде болғаны үшін оларды қаттылап бекіту керек. Ал 8 мм болт шынтақта орналқан яғни конструкцияда қозғалатын жалғыз бөлік болғасың оны қатты бекітпейміз.

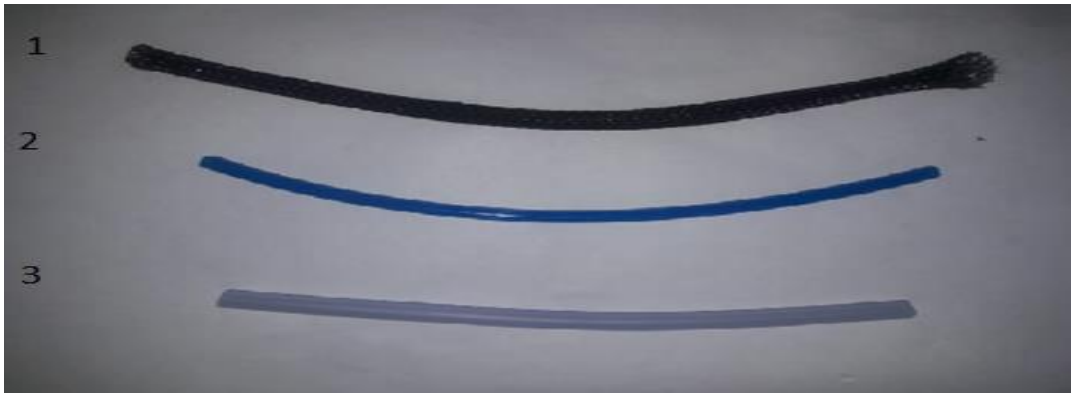


4.5-сурет– Экзоскелет қолының темір қаңқасы

4.4 Пневматикалық бұлшық етті дайындау

Темір қаңқаны жинағаннан кейін бізге оны қозғалту үшін жасанды бұлшық етті қою керек. Дипломдық жұмыстың екінші бөлімінде жасанды бұлшық еттер жайлы жалпы мағлқұматты қозғап кеттік.Ойлан келе мен пневматикалық принциппен жұмыс жасайтын бұлшық етті жасауға шешім қабылдадым [13].

Пневматикалық бұлшық еттер өте серпімді және күшті болады.Қарапайым қолдан жасалған модельдің өзі ауыр салмақтарды көтере алады.Кемшілігіне келетін болсақ мобилбді емес яғни пневматиканың жұмыс істеуі үшін үлкен қысымдағы ауа керек бұл бізгекомпрессордын өзімен тасылып жүруің талап етед [13].



4.6-сурет –Бізге керекті материялдар

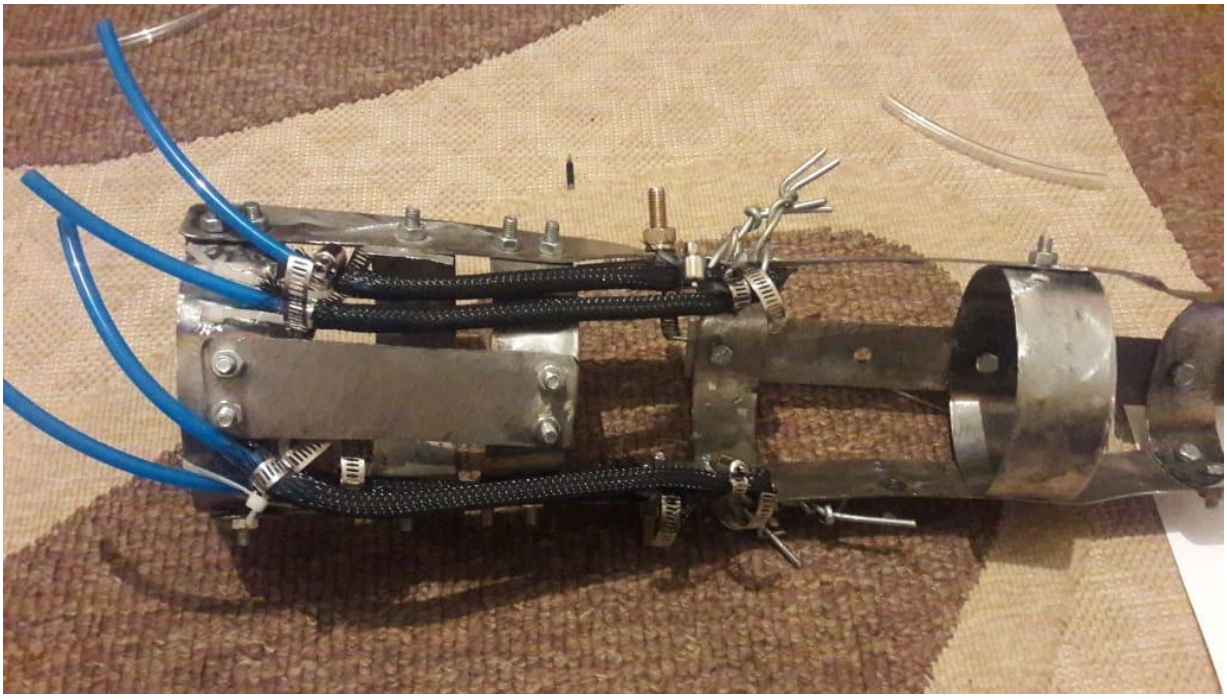
Талшықты өздігінен жиырылатын түтікше және силиконды түтікше соныменқатар пневмотүтікше (4.6-сурет) . Ең бірінші біз талшықты түтікшені 17 см дей кесіп аламыз.Есептеу жүргізгенде талшықты түтікшенің жиырылуың ескеру керек.Екінші талшықты түтікшені селеконды түтікшеге кигізіп,селеконды түтікшеге пневмотүтікшені бекітеміз (4.7-сурет).

4.7-сурет–Жасанды бұлшық ет

Пневмотүтікше арқылы біз ауаны жібереміз және шығарамыз сондықтан ол сол қалпында қалады . Ал екінші шет ауа шықпайтындай етіп бекітілуі тиіс.Біз ол үшін темір хамудты қолданамыз

4.8-сурет–Дайын жасанды бұлшық ет

Бізге осындай жасанды бұлшық еттің 4 данасы қажет,біз оларды экзоскелеттің қаңқасына бекітеміз.



4.9-сурет–Жасанды бұлшық еттер негзінде жұмыс жасайтын экзокелет

Бұлшық еттің жиырылып қалпына келуің бақылау үшің бізге ауаны шығарып тұратын құрылғы қажет.Бұл жұмысты клапон атақарады.

Клапан белгілі бір жағдайлар туындаған кезде (ыдыстағы қысымның жоғарылауы, құбырдағы орта тогының бағытының өзгеруі) ағынның ашылуына, жабылуына немесе реттелуіне арналған құрылғы. Ағын (ток)

сұйықтық (су, қан, сұйық металдар және т.б.), газ (ауа, азот, көмірқышқыл газы және т.б.), электрондар немесе құбырдағы, өткізгіштегі, жартылай өткізгіштегі, вакуумдағы немесе басқа ортадағы басқа да бөлшектер ағыны болуы мүмкін.

Жасанды бұлшық еттерді структурасы байланысты бірнеше басқару түрі бар.Біз сол басқару түрінің пневматикалық түрің пайдаланамыз.

Пневматика (грек. ψ - тыныс алу, дуновение, рух) – газдардың тепе-теңдігі мен қозғалысын зерттейтін физика бөлімі. Техникалық пневматика гидравликалық жақын.

Пневматикалық механизмдер өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Электрмен жабдықтау желілері сияқты кәсіпорындарда қысылған ауаны немесе басқа газды бөлудің орталықтандырылған жүйесін орнатады.

Әдетте пневматикалық құрылғылар поршеньдер мен клапандарды газ (ауа) ағындарын басқару үшін пайдаланады, бірақ белгілі бір формадағы каналдардағы газ (пневмоника) және сұйықтық ағынының ерекшеліктерін пайдаланатын құрылғылардың тұтас тармағы бар. Мұндай ағынды құрылғылардың мүлдем қозғалмалы бөлшектері жоқ, арзан дайындалған және температура мен радиацияға жоғары төзімділігімен ерекшеленеді

Сонымен пневматикалық жүйені іске қосу үшің бізге ауа қысымын жасау керек.Бізге ол үшің компрессор қажет.

Компрессор (лат. compressio-сығу) – энергетикалық машина немесе қысымды (сығу) және газ тәрізді заттарды тасымалдауға арналған құрылғы (4.10-сурет).

4.10-сурет –Компресс

5 Өміртіршілік қауіпсіздік негіздері

5.1 Оператор жұмыс орнының қауіпсіздігі

Бұл жобаның негізгі мақсаты – жасанды бұлшықеттердің көмегімен экзоскелетты жасау. Экзоскелеттің жасау үш кезеңнен тұрады:

– Solidworks-те экзоскелеттің 3D моделін жасау ;

– микроконтроллерді бағдарламалау және кодын жазу;

– жобаның дизайны бойыңша шынайы моделің құрастыру.

Оператордың жұмысы компьютермен және электр жабдығымен өзара байланысты. Компьютерді пайдалану оператордың денсаулығына жағымсыз әсер етуі мүмкін, тіпті техникалық ережелер сақталмаған жағдайда төтенше жағдайлар мен апаттарға әкелуі мүмкін. Бұған жол бермеу үшін оператор компьютермен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік шараларын сақтауы керек. Компьютердің операторға тигізетің зиянды факторлары:

– электр және магниттік және инфрақызыл сәулелену;

– жұмыс істейтін компьютердің шуы;

– тоққа түсу қаупі;

– жеткіліксіз жарықтандырылудың әсері;

– технологиялық жабдық пен жұмыс орнының параметрлерінің;

– электрондық жабдықтардың жылу бөлуі.

Көзге түсетің ауыртпалықтың басты себебі – кішкентай немесе анық емес обьектілерді көру үшін оператордың монитор бетіне 40-50 см жақындап отуы. Бұл процесс ұзаққа созылатын болса жинала келе көздің көруі нашарлайды. Сондықтан 5.1-суретте көрсетілгеніндей қолданушы монитордан 60-70 см қашықтықта орналасуы тиіс. Компьютермен жұмыс істеу көзге түсетін жүктемені ұлғайтатын кері әсерлерге ие. Біріншіден, дисплейден шығатын жарықтын әсері.Екіншіден,оқып отырылған мағлұматтың әртүрлі көлемдегі қаріптермен жазылуы.Жұмыс істеу кезінде компьютердің мониторының басқа жарық көздерімен шағылыспауың қадағалау керек, өйткені жарық шағылысып бейненің анық болмауына ол болса көздің шаршауына алып келеді [20].

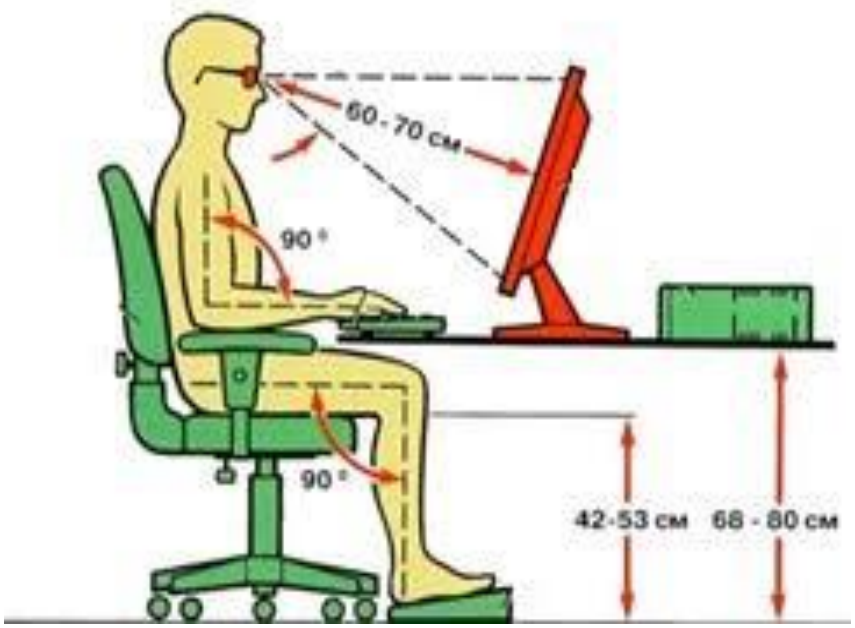
Компьютер кең жолақты электромагниттік сәуленің көзі болып табылады:

– жұмсақ рентгендік сәуле;

– ультракүлгін сәуле 200-400 нм;

– көрінетін жарықтың 400-750 нм;

– инрақызыл сәуленің 750-2000нм.



5.1-сурет – Оператордың компьютерде отыру тәртібі

Дербес компьютердің электромагниттік өрісінің және иондаушы сәулеленуінің көрсеткіштеріне қойылатын гигиеналық талаптар

5.1-кесте – Сәулененудің нормаланған параметрі

Нормаланған параметр	ПДУ
Монитордан 5 см қашықтықта рентген сәулесінің экспозициялық дозасының қуаты	100 мкР/час
Монитордан 50 см қашықтықтағы жиілік диапазонында электр өрісінің кернеулігі: 2 кГц–5 Гц 400 кГц–2 кГц	 25 В/м 2,5 В/м
Монитордан 50 см қашықтықтағы магниттік индукция ағынының тығыздығы: 2 кГц–5 Гц 400 кГц–2 кГц	 250 нТл 25 нТл
Монитор экранының беттік электростатикалық потенциалы	500В

Пайдаланушының (және жақын орналасқан адамдар) денсаулығына негізгі қауіп кинескоптың және бейнемонитордың ауытқушылық жүйесімен жасалатын 20 – 400 кГц диапазонындағы электромагниттік сәулеленуден болады. Көптеген эксперименттік деректе бұл мағлұматқа дәлел.

ЭМП тірі ағзаға әсер етуі – молекулалық және жасушалық деңгейде-ағзаның жүйке, эндокриндік, иммундық және қан түзетін жүйелері [22].

Ең қауіпті – жасушалық деңгейде қанның биохимиялық реакциясының өзгеруіне ықпал ететін ЭМП (100 Гц дейін) төмен жиілікті құрамдас бөлігі болып табылады. Бұл адамда тітіркену мен стресс симптомдарының пайда болуына әкеледі, жүктілік кезінде асқыну және түсік ықтималдығы бірнеше есе артады,репродуктивті функцияның бұзылуы және ісіктің пайда болуына ықпал етеді.

Видеомонитор өз айналасында төмен және жоғары жиіліктегі ЭМӨ жасайды, бұл электростатикалық өрістің пайда болуына ықпал етеді және айналадағы ауаның деионизациясына әкеледі, бұл ағза тіндерінің жасушаларының дамуы катарактаның пайда болу ықтималдығын арттырады.Сақтық мақсатында қорғау экрандарын, сондай-ақ ВДТ экранымен жұмыс істеу ұзақтығын шектеу, оларды жұмыс аймағында шоғырландырмау және жұмыс істемесе оларды сөндіру ұсынылады.

Сонымен қатар, бөлмедегі ауаның ионизаторларын орнату керек, бөлмені жиі желдетіп, жұмыс ауысымы кезінде бір рет экранды шаңнан тазарту керек [23].

5.2 Ауа ортасының параметрлерін көрсету

Есептеу техникасы бар үй-жайлардағы жұмыс орындарындағы микроклиматтық жағдайлар кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес болуы тиіс

5.2 кесте-Бөлменің жыл мезгіліндегі темпереатура нормасы

Жыл кезеңі	Ауа температурасы, СанПин 2019	Ауаның қозғалыс жылдамдығы, м / с	Ауаның салыстырмалы ылғалдылық, %
Суық	22-24	0,1 дейін	40-60
Жылы	23-25	0,1-0,2	40-60

Электр есептеуіш машина операторларының жұмыс орнына түсетін ауа ластанудан, оның ішінде шаң мен микроорганизмдерден тазартылуы тиіс. Патогенді микрофлораның болмауы тиіс

Ауаны кондиционерлеу микроклиматтың параметрлерін жылдың барлық маусымы ішінде қажетті шектерде ұстауды, ауаны шаңнан және зиянды заттардан тазартуды, тазартылмаған ауаның түсуін болдырмау үшін таза үй-жайларда қажетті артық қысым жасауды қамтамасыз етуі тиіс. Берілетін ауаның температурасы 19 ^{0}C төмен болмауы тиіс

Үй-жайдағы температураның құрал-жабдықтан жылу ағындарын есепке ала отырып реттеу керек. Артықшылық аз электр қуаты бар жабдыққа берілуі тиіс. Жабдықты одан жылу ағындары операторларға бағытталмайтындай етіп орнату қажет. Сондай-ақ үй-жайдағы есептеу техникасының санын шектеу және болдырмау керек

Бөлме еденінің беті тегіс, ойықсыз, тайғанақ емес, ыңғайлы болуы тиіс. Жұмыс үстелдері мен едендердің жабындары антистатикалық қасиеттерге ие

болуы және оларды пайдалану процесінде сақталуы тиіс. Үй-жайларда күн сайын ылғалды тазалау жүргізілуі керек

5.3 Қорғау қорғандары қойылатын талаптар

Электр тогының зақымдануынан қорғауды қамтамасыз ету үшін барлық жабдықтар жұмыс орнында ЭҚЕ тааптарына сәйкес болуы тиіс.

Еңбек жағдайын жақсарту құралы ретінде ең алдымен тірі өсімдіктер, аквариумдар, жасанды фонтандар және жасанды фонтандар сияқты табиғи оңтайландыру құралдарын қолдану керек. т .б.

Микроклимат параметрлерінің нормаланған мәндерге сәйкессіздігі анықталған жағдайда қажетті параметрлерді қамтамасыз ету үшін микроклимат параметрлерін белгіленген диапазонда ұстап тұру мүмкіндігін қамтамасыз ететін жұмыс орнының ауаны баптаудың техникалық құралдарын қолдану қажет. Оның ішінде үй-жайлардағы ауаның ылғалдылығын арттыру үшін ауа ылғалдағыштарды қолдану керек.

Ауаны иондаудың талап етілетін деңгейлерін қамтамасыз ету үшін, оның оңтайлы мәндерге сәйкессіздігі анықталған жағдайда, аэроиондаудың техникалық құралдарын (аэроионизаторларды) қолданған жөн.

Ауа тазалығын қамтамасыз ету үшін ауадан бөгде қоспаларды жоюды қамтамасыз ететін аппараттық ауа сүзгілерін қолдану қажет.

Ауадан патогенді микроорганизмдерді шығару үшін (ауаны зарарсыздандыру) ультракүлгін сәуле шығарғыштар, озонаторлар және т. б. құралдарды қолдану.

Дербес компьютерлері бар үй-жайлардағы шу деңгейін төмендетуге болады үй-жайларды әрлеу үшін дыбыс жұтатын материалдарды) ең жоғары дыбыс сіңіру коэффициенттерімен жиілік 63 – 8000 Гц қолдану қажет [25].

5.4 Жұмыс орнына қойылатын талаптар

Жұмыс орнын құру бойынша іс-шаралар маңызды орын алады, яғни бөлме мен жұмыс орындарын табиғи және жасанды жарықтандыруды тиімді ұйымдастырылуы.

Жұмыс істеуші және компьютер пайдаланушылардың жұмыс орындарын орналастыруға арналған бөлмелерде табиғи және жасанды жарықтандырулардын болуы тиіс.

Жұмыс орындарын орналастыруға арналған бөлмелерде табиғи жарықтандыру негізінен солтүстік және солтүстік шығысқа бағытталған жарық көздері арқылы жүзеге асырылады.

Жарық ойықтарының өзге бағдарлануы жағдайында табиғи жарықтандырудың қарқындылығын реттеудің тиімді құралдарын қарастыру қажет.

Жұмыс үй-жайларындағы жарықтандыру сипаттамалары:

Үй-жайлардағы жасанды жарықтандыру жалпы біркелкі жарықтандыру жүйесімен жүзеге асырылуы тиіс.

Жергілікті жарықтандыру көздері ретінде пайдалану үшін көздеу және жарықтың пайда болуын болдырмауға мүмкіндік беретін шамдар жарамды (жарық ағынының шашыратқыштарымен және т. б. жарақталған кеңістіктік жағдайды реттеу мүмкіндігімен).

Дербес компьютерлерді пайдаланушылардың жұмыс орындарында жергілікті жарықтандыру экран бетінде блик жасау және экранның жарықтығын арттыру керек.

Жасанды жарықтандыру кезінде жарық көздері ретінде лб типті люминесцентті шамдар қолданылуы тиіс. Өндірістік және әкімшілік-қоғамдық үй-жайларда шағылысқан жарықтандыруды орнату кезінде қуаты 250 Вт дейінгі металл галогенді шамдарды қолдануға жол беріледі.

Жұмыс орнында жарықтандырудың нормаланатын мәндерін қамтамасыз ету үшін терезе жақтаулары мен шамдардың шыныларын жылына кемінде екі рет тазалау және жанып кеткен шамдарды уақтылы ауыстыру.

Компьютерде жұмыс істеу кезінде негізгі жүктеме көзге түседі, сондықтан үлкен талаптар бейнетерминалды құрылғыларға (экрандарға) қойылады. Жарық ағындарының шағылысуы есебінен ашық дақтардың болуын болдырмауға мүмкіндік беретін жазық экран артықшылық болып табылады. Әсіресе экранның түсі маңызды. Ол бейтарап болуы керек. Қанықпаған ашық-жасыл, сары-жасыл, сары-қызғылт сары, сары-қоңыр реңктер рұқсат етіледі.

Экранның сапасы туралы жыпылықтаудың болмауы және жарықтың тұрақтылығы бойынша көрінеді. Тікелей контраст кезінде (ашық фонда қара таңбалар) жиілігі кемінде 80Гц болуы тиіс [27].

5.5 Бөлмедегі жасанды жарықтандыру жүйесін есептеу

Бөлме бір бүйірлік терезе арқылы табиғи жарықтандырылады, және жасанды жарықтандырумен қамтамасыз етіледі, ол тәуліктің қараңғы 27]уақытында және күндіз табиғи жарықтандыру коэффициенті көрсеткіші нормативтерге сәйкес келмейтін жерлерде жұмыс жүргізуге мүмкіндік береді.

Өлшеудің есептік өлшемін (5.1) формула бойынша анықтаймыз:

$$\mathrm{h_p} = \mathrm{H} - \left(h_{раб.} + h_{св.}\right), \qquad (5.1)$$

мұнда, Н-3 м , бөлменің биіктігі;

$h_{раб}$ -жұмыс бетінің деңгейі(биіктігі), $h_{раб}$ =0,8м

$h_{св}$ -шам мен төбенің арасындағы қашықтық, $h_{св}$ = 0,3м

Сонда h_p =3-(0.3+0.8)=1.9 м.

Егер де бөлменің ұзындығы (А) мен ені (В) бойынша ара қашықтық әртүрлі болса, онда олар Lab ДВ, д– шеткі шамдардан немесе қатардан қабырғаға дейінгі ара қашықтық.

Шамдардың қабырғаға дейінгі соңғы қатарының l оңтайлы арақашықтығын (0.3-0.5)L тең деп қабылдау ұсынылады

5.3-кесте – Шамдардың әртүрлі типтері үшін λ мәндері

Типтік қисық	λ мәні	
	Ұсынылатын	Ең үлкен рұқсат етілген шама
Қойылтылған (К)	0,4-0,7	0,9
Терең (Г)	0,8-1,2	1,4
Косинусты (Д)	1,2-1,6	2,1
Біркелкі (М)	1,8-2,6	3,4
Полуширокая (Л)	1,4-2,0	2,3

Шамдардың арасындағы қашықтық L ретінде анықталады (5.2) формула бойынша:

$$L = \lambda \times h_p. \tag{5.2}$$

$$L_A = 1.2 \times 1.9 = 2.28, \qquad l_a = 1.36, \lambda_{1/2} = 1.2 - 0.8$$
$$L_B = 0.8 \times 1.9 = 1.52, \; l_b = 1.24,$$

А нүктесінен D – ге дейінгі төбеге дейінгі қашықтықты анықтаймыз. Содан кейін төбенің және тік d арасындағы бұрышты анықтаймыз. Бұл бұрышта әр көзден жарық күшін және есептеу нүктесіне қатысты бөлменің жарықтандырылуын табамыз [30].

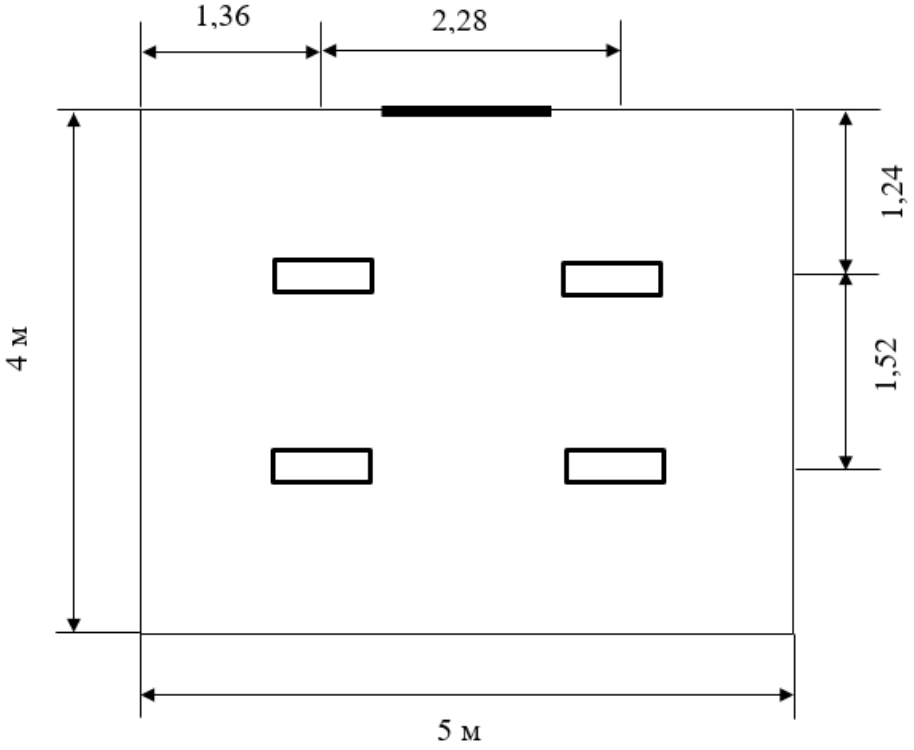
Бір шамнан А нүктесіндегі көлденең жарықтандыру формуламен анықталады:

$$e_i = \frac{I_\alpha \times cos^3(\alpha)}{h^2} \tag{5.3}$$

мұнда, $\alpha = arctg\left(\frac{d_i}{h}\right)$.

Әрбір шам үшін қажетті параметрлерді есептейміз:
1, 2, 3, 4 шамдар үшін:

$$d_1 = \sqrt{(2.28)^2 + (1.52)^2} = 2.74\alpha = arctg\left(\frac{2.74}{1.9}\right) = 55.2$$



5.2-сурет – Шамдардың орналасуы

Есептелген бұрыштар бойынша жарық күші мен жарықты анықтаймыз:

$$e_1 = \frac{83.44*\cos^3(55.2)}{(1.9)^2} = 4.3 \text{ лк}; \; I_\alpha = 83.44 \text{ кд мәні } 55{,}2^0.$$

Жиынтық шартты жарықтандыру тең:

$$\sum E = e_1 * 4 = 4{,}3 * 4 = 17{,}2 \text{ лк}$$

А нүктесіндегі жарықтандырудың есептік формуласы бірнеше шамдардан келесі түрді қабылдайды (5.4) формула бойынша:

$$E_{АГ} = \frac{\mu \times F_л}{1000 \times К_з} \sum_1^n e_{АГn}, \qquad (5.4)$$

мұндағы, μ-қашықтағы шамдардан жарықтандыруды және қабырғалардан, төбеден және есептік бетінен шағылысқан жарық ағынын ескеретін коэффициент. Бұл коэффициент шамдардың қуатын арттыруға жол бермеу үшін түзету ретінде енгізіледі.

Тікелей жарық эмальданған шамдарда μ=1.1-1.2.

$$E_{АГ} = \frac{5000 \times 2 * 1.2 * 17.2}{1000 \times 1.5} = 137.6 \text{ лк}$$

Жұмыс орнындағы жарықтандыру жеткілікті емес деп саналады, демек, жарықтандыруды қайта жаңартады.

Пайдалану коэффициенті әдісі бойынша бөлменің жарықтандыруды есептейміз

Үй-жайдың индексін (i) (5.5) формула бойынша анықтаймыз:

$$i = \frac{S}{h \times (A+B)}, \qquad (5.5)$$

мұнда, S, A, B-үй-жайдың ұзындығы, ені және ауданы.

$$i = \frac{4 \times 5}{1{,}9 \times (4 + 5)} = 1{,}169$$

АЖ есептік ағыны (5.6) формула бойынша анықталады:

$$\Phi = \frac{E_{min} \times S \times z \times K}{N \times \eta}, \qquad (5.6)$$

мұндағы, n-АЖ саны;

K-қор коэффициенті;

z – ең аз жарықтану коэффициенті (орташа және ең аз жарықтану қатынасы).

E_{min} =300 лк III, б 6.9-кесте бойынша көру жұмыстарының разряды;

5.9-кесте – Өнеркәсіптік кәсіпорындардың үй-жайларын жарықтандыруға қойылатын талаптар

1	Ең аз немесе эквив. ажырату объекті сінің өлшемі, мм	Көру жұмысының разряды	Подразряд көру жұмыс	Фон сипаттамасы	Жасанды жарықтандыру				
					Жарықтандыру, лк			Көздеу көрсеткіші мен пульсация коэффициентінің нормаланатын шамаларының үйлесімі	
					аралас жарықтандыру жүйесінде		жалпы жарықтандыру жүйесінде		
					барлығы	оның ішінде жалпы		Р	$К_п$, %
Жоғары дәлдік	0,30 бастап 0,50 дейін	III	а	Қараңғы	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15
			б	Орташа Қараңғы	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15
			в	Ашық Орташа Қараңғы	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15
			г	Ашық орташа	400	200	200	40	15

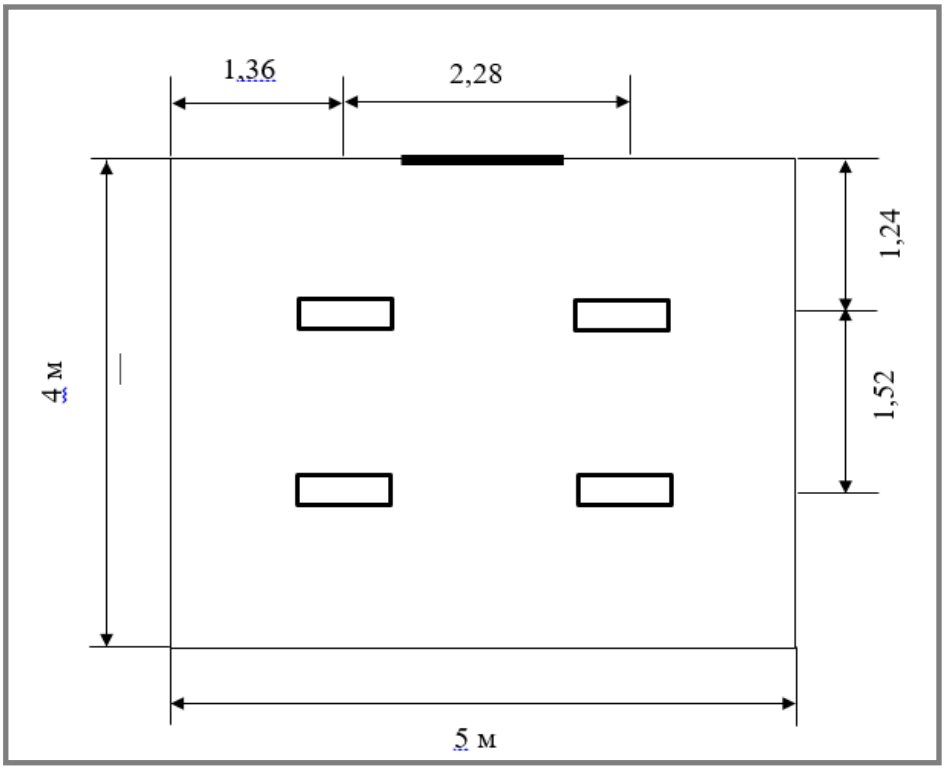
$$Ф = \frac{300 \times 20 \times 1{,}1 \times 1{,}5}{4 \times 0{,}7} = 3535 \text{ лм}$$

TL-D 36W/840 шамын қабылдап, қажетті шамдарды (5.7) формула бойынша есептейміз:

$$N = \frac{E_{min} \times S \times z \times К_з}{Ф \times \eta}, \qquad (5.7)$$

$Ф_л$= 3450 лм TL-D 36W/840 типті шам үшін:

$$N = \frac{300 \times 20 \times 1{,}1 \times 1{,}5}{3450 \times 0{,}7} = 4$$



5.3-сурет – Шамдардың реконструкциядан кейінгі орналасуы

Қорытынды: алынған есептеулер негізінде осы бөлмедегі жұмыс шарттары кезінде TLPL36/41-827 типті 4 Шамды орнату қажет деген қорытындыға келедім.

6 Экономикалық бөлім

6.1 Экономикалық тиімділікті есептеу

Кәзіргі нарықтағы жаңа технологиялардың көптеп еңгізілуі,автоматтандырылған жүйенің дамуы көптеген жұмыстардың роботтандырылған құрылғылардың атқаруы біз үшін таңқаларлық нәрсе емес.Осыңдай жаһандану заманында мен экзоскелетті жобалауды шештім. Экзоскелет қәзіргі танда көптеген салаларды қамтып сұранысқа ие өнім.Экзоскелеттің қымбат болуы оның қолжетімсіздігі маған осы құрылғыны арзанырақ жасауға ой салды.Менің дипломдық жұмысымның мақсаты қолдың экзоскелетің жасау.

Еңбекшінің жалақысын есептеу жасалатын жұмыстың еңбек өнімділігімен есептеледі.Экзоскелеттің жұмысын жобалау және оны жасау бірнеше этаптарды талап етеді.Экономикалық бөлімнің негізгі мақсаты барлық шығындарды есептеп өнімнің құның шығару.

Бағдарламалық өнімнің өзіндік құнын есептеу-бұл, әдетте, бағдарламалық өнімді әзірлеуге арналған шығындар жиынтығы, ол келесі шығыстар баптарына бөлінеді:

– негізгі жалақы;

– үстеме шығындар [33].

6.2 Экзоскелетті жасаудағы еңбек сыйымдылығын есептеу

6.1-кесте – Жұмыстарды кезеңдер мен түрлер бойынша бөлу және олардың еңбек сыйымдылығын бағалау

Жоба кезеңі	Жұмыс түрі	Жұмыс сыйымдылығы адам.× сағ.
1	Жобаның жоболануы	80
2	Жобаның сұлбасын құру	100
3	Микроконтроллерді бағдарламалау	80
4	Экзоскелеттін қаңқасын дәнекерлеу	50
5	Сұлба бойынша экзоскелетке датчиктер мен микросхеманы орнату	85
6	Жобаның жұмысын тексеріп есептеулер жүргізу	100
7	Құжаттарды, пайдаланушыға нұсқаулықты, түсіндірме жазбаны рәсімдеу.	60
ЖИЫНЫ		555

6.3 Экзоскелетті жобалауға кететің шығымдар

– материалдық шығындар;
– еңбекке ақы төлеу шығындары;
– әлеуметтік салық;
– негізгі қорлардың амортизациясы;
– басқа шығындар.

6.2-кесте –Материалдық ресурстарға шығындар

Материалдық ресурстың атауы	Өлшеу бірлігі	Саны	Бір днасы үшін бағасы, тг	Бағасы, тг
Ардуино мега2560	дана.	1	3000	3000
Каркас металический	м.	2	1500	3000
потенциометр	дана.	1	250	250
Сервопривод	дана.	1	5500	5500
Жиыны				11750

Материалдық ресурстарға (ЖМ) жұмсалатын шығындардың жалпы сомасы мынандай формула бойынша анықталады:

$$З_м = \sum_{i=1}^{n} P_i \times Ц_i \quad , \qquad (6.1)$$

мұндағы, P_i-материалдық ресурстың і түрінің шығысы, заттай бірліктер;
$Ц_i$ - материалдық ресурстың і түрінің бірлігінің бағасы, тг;
і-материалдық Ресурстың түрі;
n-материалдық ресурстар түрлерінің саны.

Егер қосымшаны әзірлеу үшін электр жабдықтары пайдаланылса, онда 6.3-кестеде келтірілген нысан бойынша электр энергиясына кететін шығындарды есептеу қажет. Бапқа өндірісті ұйымдастыруға және қызмет көрсетуге байланысты шығындар енгізілген. Бұл жағдайда-бағдарламаны әзірлеу кезінде компьютер пайдаланатын электр энергиясына және амортизациялық аударымдарға жұмсалатын шығындар [34].

Электр энергиясына жұмсалатын шығындардың жалпы сомасы ($З_Э$) (6.2) формула бойынша есептеледі:

$$З_э = \sum_{i=1}^{n} M_i \times K_i \times T_i \times Ц \qquad (6.2)$$

мұндағы, M_i-I электр жабдығының паспорттық қуаты, кВт;

K_i-і электр жабдығының қуатын пайдалану коэффициенті (K_i=0.9 қабылданады);

T_i-I-ші жабдықтың барлық әзірлеу кезеңіндегі жұмыс уақыты;

Ц-электр энергиясының бағасы, тг / кВт×сағ;

і-электр жабдығының түрі;

n-электр жабдықтарының саны.

Алматы қаласы бойынша заңды тұлғалар үшін 2019 жылы ҚҚС есебімен ("АлматыЭнергоСбыт" ЖШС ресми сайтында ұсынылған деректерге сәйкес) 1 кВт/с үшін 17,0912 теңгені құрайды.

$$З_э=0,9\cdot0,9\cdot555\cdot17,09\approx7682,80 \text{ тг}$$

$$З_э = 0.3 \cdot 0.7 \cdot 555 \cdot 17.09 \approx 1991,84$$

6.3-кесте – Электр энергиясына шығындар

Жабдықтың атауы	Паспорттық қуаты, квт	Қуатты пайдалану коэффициенті	Қосымшаны әзірлеуге арналған жабдықтың жұмыс уақыты, сағ	Электр энергиясы ның бағасы, тг/квт· сағ	Сомасы, тг
Ноутбук	0,9	0,9	555	17,0912	7682,80
Жарықтанд ыру	0,3	0,7	555	17,0912	1991,84
Барлығы					9674,64

6.4 Еңбекақы төлеу шығындарын есептеу

Программистің орташа жалақысы 2019 жылы 180 000 теңгені құрайды (Алматы қаласы үшін).

Қызметкердің бір айдағы жұмыс сағаттары (6.3) формула бойынша анықталады:

$$Ч_м = N_м \cdot Ч_{рд} \qquad (6.3)$$

мұндағы, $Ч_м$-бір айдағы қызметкердің жұмыс сағаты;

$N_м$-бір айдағы жұмыс күндерінің саны;

$Ч_{рд}$-күніне жұмыс сағаттарының саны.

$$Ч_м = 21 \cdot 8 = 168 ч.$$

Сағаттық ставка қызметкердің есептелуі мүмкін (4.4) формула бойынша:

$$ЧС_i = \frac{ЗП_i}{ФРВ_i} \tag{6.4}$$

Программист үшін:

$$ЧС_i = \frac{180000}{168} = 892{,}86\ тг \tag{6.5}$$

мұндағы, $ЗП_i$-і қызметкердің айлық жалақысы, тг;

$ФРВ_i$-і қызметкердің жұмыс уақытының айлық қоры, сағ.

Мобильді қосымшаны әзірлеудің еңбек сыйымдылығын анықтау үшін 6.1-кестеден алынған деректер пайдаланылады.

Программистің мобильді қосымшасын әзірлеудің еңбек сыйымдылығы 555 адамға тең (алгоритмнің блок-сызбасын әзірлеу, Жобаның әкімшіліктік бөлігін әзірлеу, Бағдарламаны жөндеу және тестілеу).

$$T_2 = 20 + 40 + 45 + 100 + 200 + 100 + 50 = 555 \text{ адам} * \text{сағ}.$$

Еңбекақы төлеуге жұмсалатын шығындардың жалпы сомасы (ЗТР) (6.6) формула бойынша анықталады:

$$З_{ТР} = \sum_{i=1}^{n} ЧС_i \times T_i, \tag{6.6}$$

мұндағы, $ЧС_i$-і қызметкердің сағаттық ставкасы, тг;

T_i-қосымшаны әзірлеудің еңбек сыйымдылығы, адам×сағ;

i-қызметкердің санаты;

n-қосымшаны әзірлеумен айналысатын қызметкерлердің саны.

Программист:

$$З_{тр} = 892{,}86 * 555 = 495537{,}3$$

6.4-кесте – Еңбекке ақы төлеу шығындары

Біліктілік	қосымшаны әзірлеудің еңбек сыйымдылығы, адам×сағ	сағаттық ставка, тг/сағ	сомасы, тг
Программист	555	892,86	495537,3
барлығы			495537,3

Қосымша жалақы:

$$З_{доп} = З_{тр} \cdot 10\%$$

$$З_{доп} = 495537{,}3 * 0{,}1 = 49553{,}73 \text{ тг}$$

Жалақы фонды:

$$Ф_{зп} = З_{тр.о} + З_{доп}$$

$$Ф_{зп} = 495537{,}3 + 49553{,}73 = 545091{,}03$$

Әлеуметтік салықты есептеу:

$$Н_{с} = (Ф_{зп} - ОПВ) \cdot 11\%,$$

онда МЗЖ – міндетті зейнетақы жарналары-10% - Ек .

$$Е_{к} = 545091{,}03 - (545091{,}03 * 0{,}1) * 0{,}11 = 53964{,}012 \text{ тг}$$

Амортизациялық негізгі қорларды есептеу

Амортизациялық аударымдардың жылдық сомасын есептейміз, өйткені жабдық бар.

Амортизациялық аударымдардың жалпы сомасы (6.7) формула бойынша анықталады:

$$З_{АМ} = \sum_{i-1}^{n} \frac{Ф_i \times Н_{Ai} \times Т_{НИРi}}{100 \times Т_{Эфi}}, \qquad (6.7)$$

мұндағы, $Ф_i$-і ОФ құны, тг;

$Н_{Ai}$ - ОФ амортизациясының жылдық нормасы, %;

$Т_{НИРi}$-қосымшаны әзірлеудің барлық кезеңіндегі і-ОФ жұмыс уақыты, сағ.;

$Т_{Эфi}$-і-ОФ бір жылдағы жұмыс уақытының тиімді қоры, сағ/жыл;

і-ОФ түрі;

n - ОФ саны.

ОФ амортизациясының жылдық нормасын есептеу (6.8) формула бойынша:

$$Н_{Ai} = \frac{100}{4} = 25$$

$$H_{Ai} = \frac{100}{T_{Ni}}, \quad (6.8)$$

мұндағы, T_{Ni}-і-ОФ пайдаланудың ықтимал мерзімі, жыл;

Қосымша әзірлеу үшін БҚ жұмыс уақытын анықтау үшін 6.1-кестеден алынған деректер пайдаланылады.

Бағдарламаны әзірлеу үшін БҚ жұмыс уақыты 400 сағатты құрайды (жобаның клиенттік бөлігін іске асыру, жобаның әкімшілдік бөлігін іске асыру, бағдарламаны жөндеу және тестілеу).

$$T_i = 100 + 200 + 100 = 400 \text{ сағ.}$$

Құрал-жабдықтар:

$$З_{АМ} = \frac{469990 * 25 * 555}{100 * 1920} = 33964{,}1211$$

6.5-кесте – Негізгі қорлардың амортизациясы

Жабдық және БҚ атауы	Жабдықтар мен БҚ құны, тг	Жылдық амортизация нормасы, %	Жабдықтың және БҚ жұмыс уақытының тиімді қоры, сағ / жыл	Қосымшаларды әзірлеуге арналған жабдықтың және БҚ жұмыс уақыты, сағ	Сомасы, тг
Ноутбук Lenovo 300 series	469990	25	1920	555	21395.83
ОС Windows 10	тегін	-	1920	555	-
Android Studio	тегін	-	1920	400	-
Барлығы					21395,83

6.6-кесте – Қосымшаны әзірлеуге арналған шығындар сметасы

Шығындар баптары	сомасы, тг
Материалдық шығындар, оның ішінде: - материалдар - электр энергиясы Еңбекақы төлеу шығындары Негізгі қорлардың амортизациясы Әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар	 3800 9674,64 495537,3 21395,83 53964,012
Барлығы	584371,782

6.5 Экономикалық бөлімі бойынша қорытынды

Егер студенттің дипломдық жоба шеңберінде бағдарламаны орындағанын ескерсек, онда еңбекақыны ескермеуге болады, онда бағдарламаның бағасы төмендейді.

Адамдарды тану үшін мобильді қосымшаны іске асыру бағасы барлық мүмкін шығындарды ескере отырып 584371,782 теңгені құрайды. Шығындардың негізгі бөлігін еңбекақы төлеу шығындары құрайды (84,7%).

Тұлғаларды тану қосымшасын әзірлеу – бұл үлкен зияткерлік және қаржылық шығындарды, сондай-ақ компьютерлік техниканы талап ететін қымбат жоба. Есептеулер жобаны іске асыру экономикалық тұрғыдан орынды екенін көрсетеді, яғни сапалы өнім мен белсенді жарнама болған кезде белгілі бір уақыт аралығында бұл жоба пайда әкеледі.

Қортынды

Мен өз дипломдық жобада экзоскелеттің қолының қаңқасын жасадым.Сонымен қатар өз жұмысымда экзоскелеттің жалпы не екеніне оның тарихи жолдары мен жалпы жұмыс жасау принципінеде тоқталып кеттік.Экзоскелет жасанды бұлшық ет арқылы жасасғандықтан мен осы жасанды бұлшық еттер жайлыда жазуды ұйғардым. Төртінші бөлім сол экоскелеттің этапты түрде жасалуы фото материялдар арқылы көрсетілген.Экзоскелетті өз жобамда жасауымның себебі қазіргі кездегі науқастардың көп болуы сонымен қатар өз күшімен қозғала алмайтын адамдарың көп болуы бұл құрылғыны дамытып қол жетімді етіп жасауды талап етеді.ХХ ғасырдың басында көлік ең алғашқы шыққан кезінде, ол адамдар үшің бір қол жетпес дүние сияқты, бір жаңалық сияқты көріңді.Қәзіргі уақытта көлік жасау саласы дамып үлкен жетістікке жетіп, көпшілік үшін көлік алу қияң нәрсе еме екенің көрсетті.Болашақтада экзоскелеттер солай болуы мүмкін.Яғни әр адам өз өмірің жеңілдету үшің осы құрылғыларды пайдалану мүмкін. Көлік жасауды қолға алып сол арқылы экономикалық жетекші елдер болмаған Германия,Жапония сияқты, біз өз елімізде де экзоскелет жасауды дамытсақ бұл елдің болашағы үшін кепіл және экономикасы үшін жақсы инвестиция болар еді.

Әдебиеттер тізімі

1 . Градецкий В. Г., Ермолов И. Л., Князьков М. М., Семенов Е. А., Суханов А. Н. Применение разгрузочных элементов в конструкции робота-экзоскелета // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2012.

2 21Robots mobiles programmables Techniques avancees.,ЖимаршиФредерик, 2007.

3 G. Esteves, S. Silva, C. Ferreira, F. Brandão Faculty of Human Movement Sciences - Technical University of Lisbon Estrada da Costa «Biomechanics modeling of human musculoskeletal system using Adams multibody dynamics package.»

4 Mao Y., Jin X, Agrawal S. K. Real-Time Estimation of Glenohumeral Joint Rotation Center With Cable-Driven Arm Exoskeleton (CAREX)-A Cable-Based Arm Exoskeleton // J Mech Robot. 2014, Feb; 6 (1):0145021-145025.

5 Martinez J. A., Ng P., Lu S., Campagna M. S., Celik O. Design of Wrist Gimbal: a forearm and wrist exoskeleton for stroke rehabilitation. Дизайн устройства «Wrist Gimbal» // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013.

6 Miomir Vukobratovic When Were Active Exoskeletons actually Born? // International Journal of Humanoid Robotics. 2007.

7 Mooney L. M., Rouse E. J., Herr H. M. Autonomous exoskeleton reduces metabolic cost of human walking // J Neuroeng Rehabil. 2014.

8 Moreno J., Turowska E., Wearable Lower Limb and Full-Body Robots // ArantesWearable Robots: Biomechatronic Exoskeleton. 2008.

9 Nasilowski K., Awrejcewicz J., Lewandowski D. Kinematic analysis of the finger exoskeleton using MATLAB/ Simulink // acta Bioeng Biomech. 2014.

10 Nilsson A.(1), Vreede K. S., Haglund V., Kawamoto H., Sankai Y., Borg J. Gait training early after stroke with a new exoskeleton—the hybrid assistive limb: a study of safety and feasibility // J Neuroeng Rehabil. 2014.

11 Ockenfeld C., Tong R. K., Susanto E. A., Ho S. K., Hu X. L. Fine finger motor skill training with exoskeleton robotic hand in chronic stroke:stroke rehabilitation // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013.

12 Pehlivan A. U., Rose C., O'Malley M. K. System characterization of RiceWrist-S: a forearm-wrist exoskeleton for upper extremity rehabilitation // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013.

13 Rahman T., Sample W., Jayakumar S., King M. M., Wee J. Y., Seliktar R., Alexander M., Scavina M., Clark A. Passive exoskeletons for assisting limb movement // J Rehabil Res Dev. 2006.

14 Raytheon XOS 2 Exoskeleton, Second-Generation Robotics Suit, United States of America // army- technology.com. URL: http://www.army-technology.com/ projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us (дата обращения: 27.12.2014).

15 Rosen J., J. C. Perry, Upper Limb Powered Exoskeleton // Journal of Humanoid Robotics 2007, Vol. 4, N. 3, 1-20.

16 Ryder M. C., Sup F. Leveraging gait dynamics to improve efficiency and performance of powered hip exoskeletons // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013, Jun; 2013:6650440. doi:10.1109/ICORR.2013.6650440.

17 Simon G.S. Coleman, «Tactical application of biomechanics to volleyball using interactive computer software», Department of Physical Education, Sport and Leisure Studies, University of Edinburgh, Scotland, UK.

18 Smith R. L., Lobo-Prat J., van der Kooij H., Stienen A. H. Design of a perfect balance system for active upper- extremity exoskeletons // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013.

19 Support Suits» // Trendhunter Magazine. 4 April 2008. Retrieved 29 January 2013.

20 Talaty M., Esquenazi A., Briceno J. E. Differentiating ability in users of the ReWalk(TM) powered exoskeleton: an analysis of walking kinematics // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013, Jun; 2013:6650469. doi:10.1109/ICORR.2013.6650469.

21 To C. S., Kobetic R., Bulea T. C., Audu M. L., Schnellenberger J. R., Pinault G., Triolo R. J. Musculoskeletal modelling deconstructs the paradoxical effects of elastic ankle exoskeletons on plantar-flexor mechanics and energetics during hopping.

22 Wang S., Meijneke C., van der Kooij H. Modeling, design, and optimization of Mindwalker series elastic joint // IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2013.

23 А.К. Ковальчук, Б.Б. Кулаков, Д.Б. Кулаков, С.Е. Семёнов, В.В. Яроц:» Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов». М.: изд.-во «Рудомино», 2010 г. 170 с., ил.

24 А.К. Ковальчук: Методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Динамика гидро и пневмоприводов». М. изд. МГТУ им. Баумана, 1986 г.

25 Аведиков Г. Е., Жмакин С. И. Экзоскелет: конструкция, управление // в сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Институт про-блем управления им. В. А. Трапезникова РАН. — 2014.

26 Бедняк С. Г., Еремина О. С. Роботизированные экзоскелеты HAL (почувствуй себя HAL'ком) // Сборник научных трудов Sworld. — 2014.

27 Борисов А. В. Автоматизация проектирования стержневых экзоскелетов // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2014.

28 Боровин Г. К., Костюк А. В. Математическое моделирование гидравлической системы управления экзоскелетона. 2004.

29 Булгаков А.Г., Воробьев В.А., «Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управления».

30 В.М.Зациорский «Биомеханика двигательного аппарата человека» - 1981 г.

31 В.П. Иванов, И.Ю. Дмитриев , Г.К. Ельяшевич Искусственные мыщцы на набухающих полимерах как модель мышечного аппарата биомеханических систем 2017.

32 В.Ф.Филаретов, А.В. Лебедев, Д.А. Юхимец, «Устройства и системы управление подводных роботов».

33 Верейкин А. А., Ковальчук А. К., Кулаков Д. Б., Семенов С. Е., Каргинов Л. А., Кулаков Б. Б., Яроц В. В. Синтез кинематической схемы исполнительного механизма экзоскелета // Актуальные вопросы науки. — 2014.

34 Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. В. Клинико-анатомические требования к активным и пассивным экзоскелетам верхней конечности // Волгоградский научно-медицинский журнал. — 2014.

35 Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. В. Клинико-анатомическое обоснование требований к разработке экзоскелетов верхней конечности // Оренбургский медицинский вестник.

36 Градецкий В. Г. Моделирование движений чело- века для промышленных применений. — 08-7/154 М.: Ин-т пробл. механики, 2008.

37 Градецкий В. Г., Ермолов И. Л., Князьков М. М., Семенов Е. А., Суханов А. Н. Кинематическая модель экзоскелета руки человека и определение ошибки позиционирования // Мехатроника, автоматизация, управление.

38 Егоров О.Д., Подураев Ю.В., Буйнов М.А, «Робототехнические и мехатронные системы».

39 Мехатроника и робототехника. Системы микроперемещений с пьезоэлектрическими приводами. Учебное пособие, Смирнов Аркадий Борисович, - 2003.

40 Н.А. Бернштейн «Физиология движений и активность», М.: Наука, 1990.

41 Оуэн Бишоп Настольная книга разработчика роботов [2010].

42 Петрухин А. В., Золотарев А. В. Методика автоматизации начальных этапов процесса проектирования биомеханических систем // Информационные технологии. —2010.23 «AHumanExoskeleton» // WashingtonPost. 6 May 2008. Retrieved 24 April 2013.