

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Буркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Даулетия Данияр Дауренұлы

«Мобильді әскерилендірілген роботты жобалау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071600 – Аспап жасау мамандығы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Буркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

РТЖАТҚ кафедра  
меңгерушісі техника  
ғылым кандидаты

К.А. Ожикенов

«7» маусым 2021 ж.

## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Мобильді әскерлендірілген роботты жобалау»

5B071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады:

Даулетия Данияр Дауренұлы

Ғылыми жетекші

Лектор  
Аймуханбетов Е.А.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өндірістік автоматтандыру және цифрлау институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы  
5B071600 – Аспап жасап

БЕКІТЕМІН  
РТжАТҚ кафедра  
меңгерушісі техника  
ғылым кандидаты

К.А. Ожикенов

«23» қантар 2021 ж.

Дипломдық жобаны орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушыға Даулетия Данияр Дауренұлы  
Жобаның тақырыбы: Мобильді әскерлендірілген роботты жобалау  
Университет ректорының 2020 жылғы «24» қараша №2131-б  
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: Мобильді әскерлендірілген  
роботты жобалау жұмысы және қолдану аясы

Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:

- а) Әскери роботтардың түрлерін зерттеу
- б) Барлауға арналған әскери робот
- в) Шынжыр қозғағышының механизмі
- г) Роботтың электрондық компоненттері
- д) Басқару типі


Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажетті  
сызбалар көрсетілген): 20 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер қарастырылған сұрақтар тізімі	атауы,	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім		22.01 – 15.02.2021 ж.	Орындады
Есептеу бөлімі		22.01 – 15.02.2021 ж.	Орындады
Бағдармалық бөлім		15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындады
Зерттеу бөлімі		20.04 – 05.05.2021 ж.	Орындады
Қорытынды бөлім		05.05 – 15.05.2021 ж.	Орындады

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының **ҚОЛТАҢБАЛАРЫ**

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қайылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Қабдолдина Әсем Оралханқызы PhD доктор	07.06.2021ж.	

Ғылыми жетекшісі:



Аймуханбетов Е.А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы:



Даулетия Д.Д

Күні

«7» маусым 2021 ж.

## АНДАТПА

Бұл мақалада әскери істің басты бөлігі – барлау мәселесін, адам өмірін жоғалтпай, барлау роботының көмегімен қалай шешуге болатындығы туралы айтылады. Робот радио байланыс арқылы басқарыла алатын, мобильді, шынжыр табанды қозғалтқыштардың арқасында өту қабілеті жоғары болып табылғандықтан, операторға белгілі бір қашықтықта жаудың маңызды күштер мен бөліктердің орналасуы туралы бейне және аудио деректерді алуға мүмкіндік береді.

## АННОТАЦИЯ

В данной статье говорится о том, как решить проблему главной части военного дела – разведки, без потерь человеческих жизней с помощью робота-разведчика. Робот является радиоуправляемым, проходимым за счет гусеничных движителей и мобильным, что позволяет оператору находясь на определенном расстоянии получать видео и аудио данные о местоположении и расположении важных сил и частей.

## ABSTRACT

This article talks about how to solve the problem of the main part of military affairs - intelligence, without the loss of human lives with the help of a reconnaissance robot. The robot is radio-controlled, crawler-driven and mobile, which allows the operator to receive video and audio data on the location and location of military forces and units from a certain distance.

## МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.	
1.Әскери роботтар	10
1.2 Барлау роботтары	11
1.3 Қазақстандағы әскери роботтар	14
2. «SABALAQ» - Барлауға арналған әскери робот	15
2.1 Шынжыр қозғағышының механизмі	15
2.2 Жетекші дөңгелекті есептеу	17
2.3 Шынжырлы трактарды керуге арналған механизм	18
2.4 Робот мұнарасы	19
2.5. Робот амортизаторлары	21
2.5. Роботтың тактикалық-техникалық сипаттамалары	22
3. Роботтың электрондық компоненттері	23
3.1. Микроконтроллер	23
3.2 Қозғалтқыш –редуктор	24
3.3 Қозғалтқыш драйвері	26
3.4 Бейне бақылау жүйесі	27
4. Басқару типі	30
4.1 Радиобасқару. NRF24L01 радиомодулі	30
4.2 Роботтың қозғылыс принципі	32
ҚОРЫТЫНДЫ	34
ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР	35



## КІРІСПЕ.

Қазіргі уақытта мобильді роботтарды жасаумен айналысатын робототехника бөлімі қарқынды дамып келеді.

Робототехника – автоматтандырылған техникалық жүйелерді әзірлеумен айналысатын және өндірісті қарқындатудың маңызды техникалық негізі болып табылатын қолданбалы ғылым. Қазіргі уақытта роботтың автоматты қозғалысын ұйымдастыруға, кейбір қарапайым әрекеттерді орындауға байланысты көптеген міндеттер шешілуде. Робот өз функцияларын орындау үшін оның сенсорларынан келетін ақпаратты өңдейді.

Функционалды мақсатына байланысты роботтар келесі түрлерге бөлінеді:

- Өнеркәсіптік роботтар. Өнеркәсіптік роботтар - бұл өнеркәсіптік өндіріс ортасында қолданылатын роботтар. Әдетте бұл дәнекерлеу, материалдарды өңдеу, бояу және басқалар сияқты қосымшалар үшін арнайы жасалған топсалы рычагтар. Егер біз тек сұраныс бойынша бағалайтын болсақ, онда бұл түрге кейбір автоматтандырылған басқарылатын көліктер мен басқа роботтар да кіруі мүмкін;

- Тұрмыстық роботтар. Тұрмыстық Роботтар - бұл үйде қолданылатын роботтар. Роботтардың бұл түріне роботты шаңсорғыштар, роботты бассейн тазартқыштар, сыпырғыштар, қоқыс тазалағыштар және әртүрлі міндеттерді орындай алатын басқа роботтар сияқты әртүрлі құрылғылар кіреді;

- Медициналық роботтар. Медициналық Роботтар - бұл медицинада және медициналық мекемелерде қолданылатын Роботтар. Бірінші кезекте хирургиялық роботтар;

- Сервистік роботтар. Сервистік Роботтар - бұл басқа түрлерге жатпайтын роботтар. Бұл әртүрлі деректер жинау роботтары, технологияларды көрсету үшін жасалған роботтар, зерттеу үшін пайдаланылатын Роботтар және т. б. болуы мүмкін;

- Әскери роботтар. Әскери роботтар-бұл армияда қолданылатын роботтар. Роботтардың бұл түріне бомбаларды жоюға арналған роботтар, әртүрлі көлік роботтары, барлау дрондары кіреді. Көбінесе әскери мақсатта жасалған роботтарды құқық қорғау органдарында, іздеу-құтқару және басқа да салаларда қолдануға болады;

- Ойын-сауық роботтары. Ойын-сауық роботтары - бұл ойын-сауық үшін қолданылатын Роботтар. Ол robosapien немесе жұмыс істейтін оятқыш сияқты ойыншық роботтардан басталады және қозғалыс тренажерлері ретінде қолданылатын робот ілмектері сияқты нақты ауыр салмақтармен аяқталады;

- Ғарыштық роботтар. Біз ғарышта қолданылатын роботтарды бөлек түр ретінде атап өткім келеді. Бұл түрге Халықаралық ғарыш станциясында қолданылатын Роботтар, "шаттлдарда" қолданылған Canadarm, сондай-ақ ғарышта қолданылатын роверлер мен басқа роботтар кіреді [1].

## 1. Әскери роботтар

Бүгінгі таңда адам өмірі ең жоғары құндылық болып табылады. Оны күту ғана емес, барлық жағынан қорғау керек. Дегенмен, мұндай тұжырымдар гуманистік идеялар туралы пікірталасқа әкеледі. Бұл әсіресе қазіргі заманғы әскери роботтарды жасау қажеттілігі туындаған кезде орын алады. Бүкіл әлемдегі ғалымдар әлем халқының қауіпсіздігі мен қорғалуын қамтамасыз ететін ерекше әскери роботтарды ойлап табуға тырысуда.

Әскери робот - адамның өмірін сақтап қалу үшін немесе адамның мүмкіндіктерімен үйлеспейтін жағдайларда жұмыс істеу үшін, ұрыс жағдайларында адамды алмастыратын автоматтандырылған құрылғылар.

Батыстың көптеген әскерлері өздерінің шығындарын едәуір азайту мақсатымен таң қалдырады. Жауынгерлерге, әдетте, барлық заманауи талаптар мен стандарттарға сәйкес келетін сапалы жабдықтар беріледі. Әдетте, бұл тек бронезиңіреттер ғана емес, сонымен қатар әртүрлі байланыс құралдары. Америка Құрама Штаттары жер бетіндегі соғыс қимылдарына тек төтенше және үмітсіз жағдайларда жүгінуге тырысады. Барлық шайқастар ауада өтеді. Кейде жердегі ұрыссыз жеңіске жету мүмкін емес. Сарапшылар бұл мәселедегі ең дұрыс шешім адамды роботтармен толық ауыстыру болатынына сенімді. Бұл барлық әскери міндеттемелерді өз мойнына алатын роботтар. Мысалы, қазірдің өзінде Ирак пен Ауғанстан аумағында толық роботтандырылған әскерилерді кездестіруге болады. Мұндай жүйе іздеу және минаны залалсыздандыру жұмыстарын жақсы атқарып жатыр.

Бүгінгі таңда жердегі ұрысқа арналған әскери роботтардың көптеген саны бар. Әдетте, олар төрт ауқымды топқа бөлінеді:

- Жауынгерлік роботтар;
- Инженерлік роботтар;
- Барлау роботтары;
- Тылда жұмыс істеуге арналған роботтар.

Әскери роботтың өзі қашықтан басқару құралымен жабдықталған арнайы аппараттан тұрады. Барлық роботты жүйелер автономия дәрежесімен ерекшеленетінін түсіну керек, нәтижесінде олар бағдарламалық жасақтама командаларын оңай орындай алады. Әскери роботтар мен олардың жүйесі адамның тұрақты араласуынсыз да командаларды оңай орындай алады. Әскери роботтардың өздері тек ішкі құрылғылар мен жүйелер бойынша ғана емес, сонымен қатар өлшемдері, шасси жүйесі, корпус пішіні, манипуляторлар бойынша да ерекшеленеді.

Біреу роботтарды еске алғанда, фантастикалық фильмдерден кадрлар келеді. Шын мәнінде, бұл роботтар өздерінің ақыл-парасатына ие емес және өздері қалаған командаларды орындай алмайды. Қазіргі уақытта жауынгерлік

роботтар-бұл адам күштерін қашықтықтан басқаруға болатын жоғары сапалы автоматтандырылған дәл жүйелер [2].

Әрине, барлық автоматтандырылған құрылғыларды осы өлшемдерге сәйкес бөлуге болмайды. Мұндай жұмыстар әртүрлі модульдері бар бірыңғай платформаларымен сипатталады. Нәтижесінде кез-келген роботты басқа әскери роботқа айналдыруға болады.

## **1.2 Барлау роботтары**

Соңғы әскери операциялардың тәжірибесі көрсеткендей, көбінесе дұрыс емес барлау мәліметтері, әсіресе уақтылы ұсынылмаған мәліметтер негізсіз адам құрбандарына әкеледі. Сондай-ақ, жаудың саны туралы ақпарат төмендетілген жағдайлар жиі кездеседі және оны жою үшін жеке құрамның пропорционалды емес саны бөлінеді, бұл қайтадан қарулы күштердің үлкен шығындарына әкеледі. Нақтылық, жеделділік, уақтылық, үздіксіздік, қарсыластың координаттарын дәл анықтау және қақтығыс аймағында бейбіт тұрғындардың болуы және құпиялылық – азаматтар мен әскери қызметшілер арасында ең аз шығынмен ЖЗШ жою бойынша операцияларды орындаудың кепілі.

Көптеген бақылау және бақылау құралдары жасалды, бірақ әлі күнге дейін барлық бөлімшелер олармен жеткілікті жабдықталған жоқ. Мемлекет әскери бөлімдерді жауды бақылау мен қадағалаудың қазіргі заманғы аспаптарымен біртіндеп жабдықтай отырып, қорғаныс қабілетін нығайтуға барлық күш-жігерін жұмсайды.

Барлау - жауынгерлік қолдаудың маңызды түрі. Бұл барлық дәрежедегі командирлер, штабтар мен әскерлер өткізетін іс-шаралар жиынтығы. Барлау қарсыластың және ұрысты дайындау және ойдағыдай жүргізу үшін қажетті алдағы жауынгерлік іс-қимылдар ауданындағы жергілікті жер туралы барлау мәліметтерін алу мақсатында кез келген жағдайда үздіксіз жүргізіледі.

Жақсы ұйымдастырылған, тұрақты және белсенді барлау жүргізбестен дұрыс шешім қабылдау мүмкін емес, сәтті ұрыс жүргізуге мүмкін емес.

Жауынгерлік іс-қимылдарды дайындау мен жүргізудегі барлаудың мақсаты-қарсыластың құрамын, жағдайын, мүмкіндіктерін, күшті және әлсіз жақтарын, оның әрекеттерінің ықтимал сипатын дұрыс анықтауға мүмкіндік беретін қажетті барлау мәліметтерін алу, осы негізде оның шабуылының кенеттен болуын болдырмау және қысқа мерзімде қарсыласты жеңу үшін өз құралдарын уақтылы және тиімді пайдалануды қамтамасыз ету.

Барлау жұмыстарын жүргізу барысында адам өміріне қауіп төну ықтималдығын азайту үшін барлау роботтарын қолданады. Көптеген

автоматтандырылған роботтар әртүрлі барлау жұмыстарын жүргізу үшін арнайы жасалған. Нақты мақсатта іздеу жұмыстарын, сондай-ақ жағдайды бақылау жұмыстарын атқаруға негізделген. Барлау роботтары мобильді, жақсы өтпелі қасиеті болу керек. Барлау роботтары жаудың әскерлері туралы ақпаратты тез және тиімді жинау қажет болған жағдайда жаудың орналасқан жері туралы ақпарат беруі керек.

Барлау роботтарын әскери бөлімшелер, полиция, спецназ отрядтары, төтенше жағдайлар министрлігі, құтқарушылар қысқа мерзімде әр түрлі жағдайға байланысты ақпарат жинақтау үшін қолдана алады.

Барлау роботтары қозғалыс типіне байланысты келесі түрлері болады:

- 1) Доңғалақты роботтар;
- 2) Шынжыр табанды роботтар;
- 3) Жаяу жүретін роботтар;
- 4) Ұшатын роботтар;
- 5) Зооморфты роботтар;
- 6) Қалқымалы роботтар.

Осылардың ішіндегі жер бетімен тиімді және өту қабілеті жоғарысы ол шынжыр табанды роботтары.

АҚШ армиясы жердегі операцияларды орындайтын миниатюралық барлау роботтарымен жабдықталған. Мұндай роботтың салмағы 1.3 килограмға тең, роботтың ұзындығы-200 мм. Робот кәсіби инфрақызыл камерамен жабдықталған. Мұндай барлау роботы әртүрлі кедергілерді жеңе алады.



Сурет 1.1 - АҚШ армиясында жасалған барлау роботы.

First look 110 деп аталатын тағы бір танымал барлау роботы бар. Роботтың салмағы екі жарым килограмға жетеді. Роботтың пішіні басқару панелінің көмегімен қозғалысқа келетін жолға ұқсайды. Басқару пульті өз кезегінде әскери адамның қолына орналасады. Робот арнайы камералармен жабдықталған, олардың төртеуі ғана бар, ол әртүрлі қашықтықты өте алады.

Роботқа әртүрлі сенсорларды орнатуға болатындығы маңызды, мысалы, химиялық, радиациялық және биологиялық инфекция сенсоры, сонымен қатар кәсіби жылу теледидарлары (1.2 сурет)[2].



Сурет 1.2 - First look 110 атты барлау роботы.

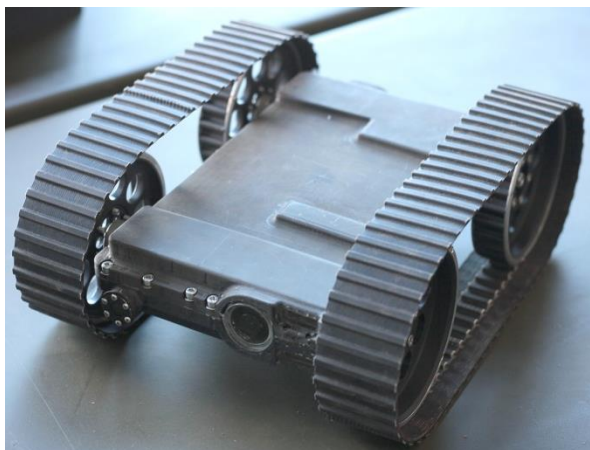
Жақында Израильде армияға миниатюралық Dogo роботы келеді. Dogo өте жақсы маневрге ие және адамның байқамай қалуы қиын жерлерде бақылауға мүмкіндік береді.

Барлау роботын General Robotics жасаған. Компанияның инженерлері Dogo атауын жақсы аңшылар мен күзетшілер болып табылатын аргентиналық иттерден алды. Шығарушылар Dogo жаудың артына оңай еніп, бейнені операторға бере алады деп мәлімдейді. Сонымен қатар, ол өзінің миниатюралық Glock-26 тапаншасынан жаудың ішіне бірден оқ жаудыра алады. Құрылғыны қашықтан басқаруға, бейнебақылау жүргізуге, жақын ұрыс кезінде пайдалануға болады. Сонымен қатар, роботтар жеке де, топта да әрекет ете алады [3].



Сурет 1.3 - Dogo роботы.

СРР - бұл шағын робот, ол туралы аз мәлімет бар. Ол екі бейнекамерамен жабдықталған және кішкентай болғандықтан барлау міндеттерін орындай алады. Мысалы, оны ғимараттың терезесіне қолмен тастап, ішіндегі нәрсенің суретін операторға беруге болады. Жол үстінде жұмыс істейді.



Сурет 1.4 – СРР роботы.

Қазіргі Роботтар жоғары бағасымен ерекшеленеді, сонымен қатар бүгінде ұрыс алаңында сарбаздар жақсы және тиімді орындайтын командалар бар. Өз ақыл-ойы бар робот жасау үшін үлкен жұмыс және тиісті әзірлемелер қажет.

Көбісі роботтарды ұрыс алаңында белсенді қолдану қақтығыстарды адам шығынынсыз шешудің тамаша мүмкіндігі екеніне сенімді. Мамандар алдағы он жылда қазақстандық армия кәсіби әскери және жауынгерлік роботтармен толығады деп мәлімдейді.

### **1.3 Қазақстандағы әскери роботтар**

Бүгінгі таңда Қазақстан аумағында өздерінің "терминаторларын" ойлап табу жұмыстары жүріп жатқанын айта кету керек. Қазақстан Республикасында "Robotron Asprandau" компаниясы әскери роботтарды шығарумен айналысады. Олар әскери ұрысқа арналған, қару жарақпен қамтамасыз етілген роботтарды және барлауға арналған ұшқышсыз ұшу аппараттарын жасайды. Бірақ, олар жер бетімен жүреін барлауға арналған кішігірім роботтарды жасамайды. Оларды қазіргі таңда Қазақстан Республикасы шет елдерден жоғары бағамен сатып алады. Осыған байланысты барлауға арналған роботтар барлық әскери бөлімшелерде және спецназ отрядтарында жоқ.

Демек, біздің елдегі барлауға арналған роботтар санын көбейту мақсатында, сапасы жоғары және бағасы төмен роботтар шығару басты мәселе болып табылады.

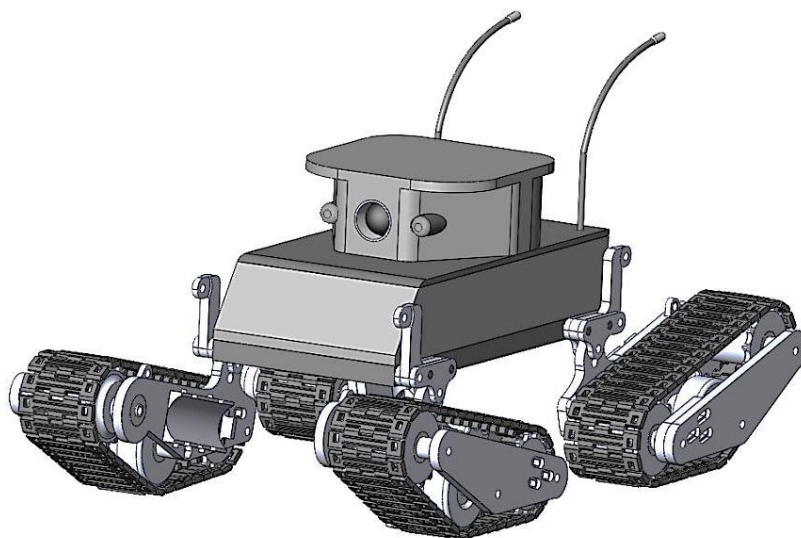


## 2. «SABALAQ» - Барлауға арналған әскери робот

«SABALAQ» - барлау роботы жаудың әскері жайлы ақпаратты анықтау үшін арналған. Бұл шағын мобильді барлауға арналған робот. Робот радиоарна бойынша қашықтықтан басқару пульті арқылы басқарылып, қол жеткізу қиын және адам үшін қауіпті аймақтарда аудио-бейне ақпаратты жедел жинауға арналған.

Ол әртүрлі мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстарда, қалалық ландшафтта, әлсіз қиылысқан жерлерде барлау жұмыстарын жүргізуге арналған. Робот кішкентай болғандықтан әр түрлі кедергілерден қиналмай және жаудың көзіне көрінбей өте алады. Ол бейне камера арқылы ақпаратты нақты уақытта операторға беріп отады. Инфрақызыл камерасының болуы ол роботтың қараңғыда және жарық аз және қараңғы аймақтарда жұмыс жасауға мүмкіндік береді.

Робот бейне бақылаудан басқа тағы да нақты уақытта дыбысты операторға тыңдауға мүмкіндік береді. Ол жаудың не жайлы сөйлеп жатқанын тыңдауға мүмкіншілік береді.



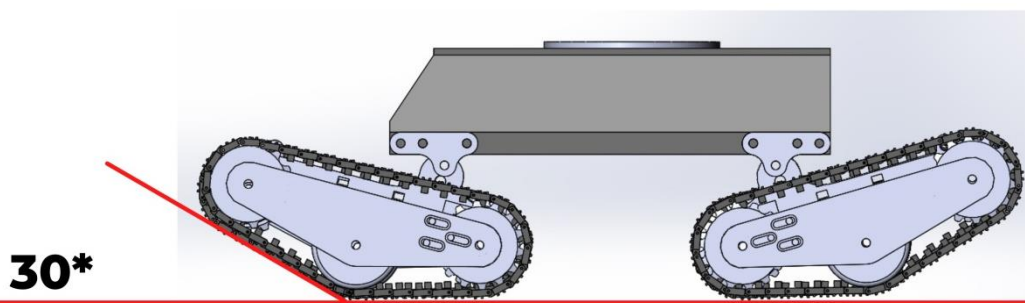
Сурет 2.1 - «SABALAQ» - Барлауға арналған әскери робот.

### 2.1 Шынжыр қозғағышының механизмі

Роботтың басты артықшылығы – шынжыр табанды қозғаушылары. Шынжыр табанды қозғағыш-өзі жүретін машиналардың қозғағышы, онда тарту күші шынжыр табанды таспаларды қайта орау есебінен құрылады. Шынжыр табанды қозғалтқыш өткізгіштіктің жоғарылауын қамтамасыз етеді. Шынжыр табандардың топырақпен жанасуының үлкен ауданы төмен орташа қысымды

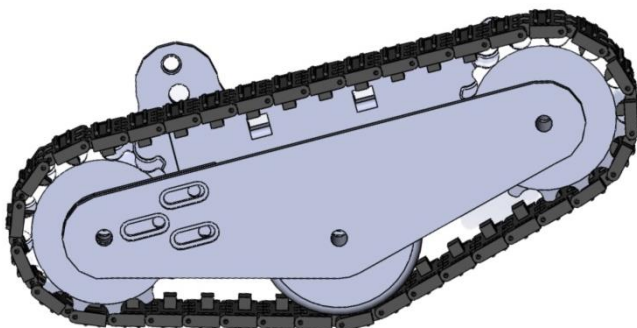
қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Осылайша, шынжыр табанды қозғалтқыш жерге терең түсуден қорғалған [4].

Шынжыр табанды қозғағышының механизмі басқа роботтарға қарағанда өзгеше құрастырылған. Олар жер бетіне қатысты 30 градус бұрыш жасап құрастырылған. Ол роботқа әр түрлі кедергілерді оңай өтуге мүмкіншілік береді.



Сурет 2.2 – Роботтың шынжырлы қозғағыштарының градустық өлшемі.

Осындай 4 шынжыр табанды қозғағыш бір-бірінен тәуелсіз болып келеді, және роботқа 4x4 қасиетін береді. 4 шынжыр табанды дөңгелектері роботқа жақсы отпелі қасиет береді.



Сурет 2.3 – Шынжырлы қозғағышының 3д моделі.

Шынжыр табанды шынжырды орауға арналған шынжыр табанды қозғағыштың жетек дөңгелектері борттық берілістердің хабтарына бекітілген болат тәждер болып табылады.

Шынжыр табанды жетекші дөңгелектердің ілінісу түріне сәйкес цевкалық және тарақ тәрізді дөңгелектер ерекшеленеді.

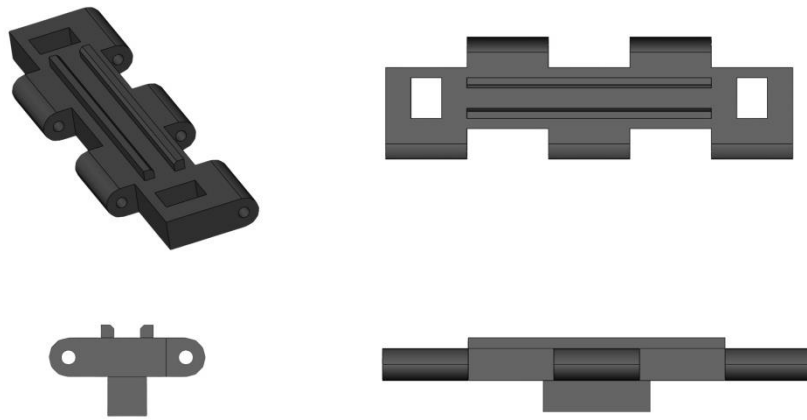
Цевкалық ілмекпен (2.4 сурет) тәждердің тістері трактардың тесіктеріне (білектеріне) енеді және жетекші дөңгелектер айналған кезде олар жолды орайды [5].





2.4 Сурет – Цевкалық жетекші доңғалақ.

Цевкалық ілмекті принциппен жұмыс істейтін жетекші доңғалақарға арналған шынжырлы трактың 3д моделі келесі суретке көретілген.



2.5 Сурет – Шынжырлардың 3д моделі.

## 2.2 Жетекші дөңгелекті есептеу

Іліністің орталық бұрышын келесі формуламен анықтаймыз:

$$\beta = \frac{360^\circ}{z_k} \quad (2.1)$$

$z_k$  = Жетекші доңғалақ тістерінің саны

Жылдам жүретін машиналар үшін  $\beta$  бұрышы  $25-28^\circ$  аралығында болады.

Дөңгелектің бастапқы шеңберінің диаметрін келесі формуламен анықтаймыз:

$$D_o = \frac{t_{B.K}}{\sin \frac{180^\circ}{z_k}} \quad (2.2)$$

$t_{B.K}$  = шынжыр қадамы

2.1 және 2.2 формулаларын қолданып жетекші дөңгелекті есептейміз:

$$\beta = \frac{360}{14} = 25.71^\circ$$

$$D_o = \frac{9}{\sin \frac{180}{14}} = \frac{9}{0.223} = 40.35 \text{ мм}$$

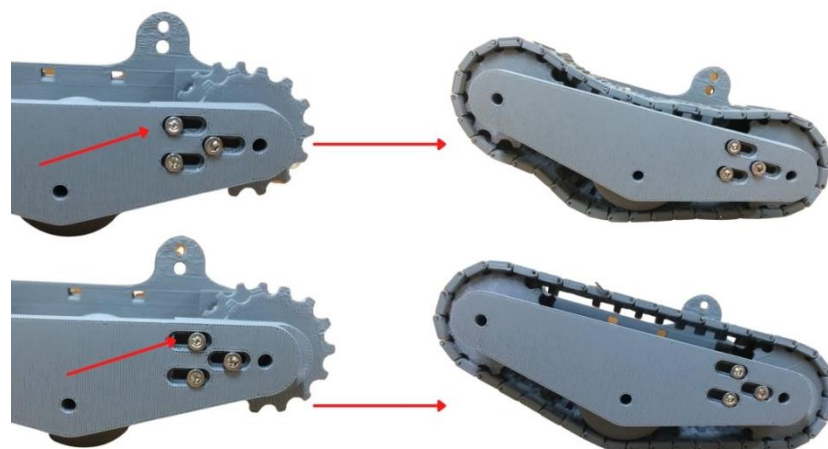
Осы есептеудерді қолданып, шынжырлы қозғалқыштың жетекші дөңгелегін құрастырамыз

### 2.3 Шынжырлы трактарды керуге арналған механизм

Бұрылыс кезінде немесе жылдамдықты арттырған кезде шынжырлы трактар шынжырлы қозғағыштан шығып кетіп, қозғалыс тоқтап қалуы мүмкін. Ол сәтті болдырмау үшін шынжырлы трактарды керуге арналған механизм, бағыттаушы доңғалақ және қолдайтын катоктар ойлап табылды.

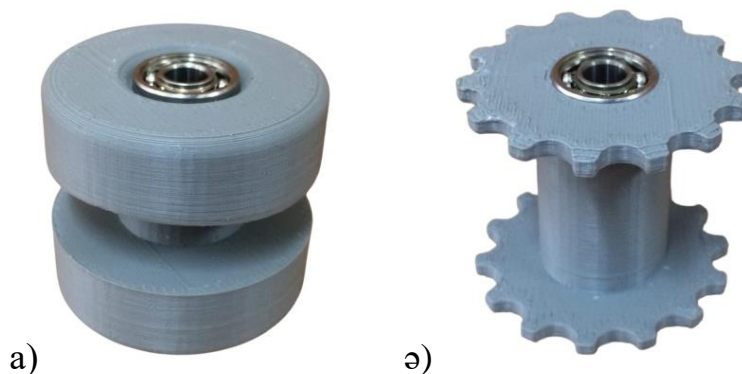
Шынжырлы қозғалқышта орналасқан шынжырлы трактарды керуге арналған механизмнің жұмыс істеу принципі көрсетілген:

- 1-Шынжырлы трактарды кигізу;
- 2- М3 болттарын босату;
- 3- Шынжырлы трактарды қолдаушы доңғалағы арқылы керу;
- 4 –М3 болттарын тартып бекіту.



Сурет 2.6 – Шынжырлы трактарды керуге арналған механизмнің жұмыс істеу принципі.

Бағыттаушы және қолдайтын доңғалақтар шынжырлы трактардың қозғағыштан шығып кетпес үшін керек. Олар қозғағыштың корпусына ось арқылы жалғанады. Олар тек тракқа бағыт беру үшін қолданылады.

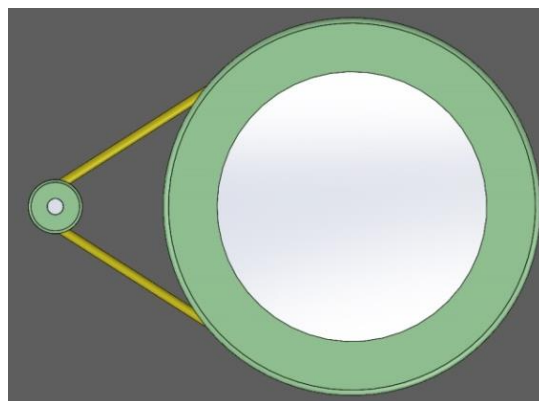


2.7 (а, ә) – сурет. Бағыттаушы және қолдайтын доңғалақтар.

## 2.4 Робот мұнарасы

Робот мұнарасы – бұл өте маңызды элемент, өйткені ол камера, дыбыстық сенсорлар және қараңғыда жарықтандыруға арналған жарық диодтарын орналастырады. Роботтың мұнарасы 360 градусқа айналады.

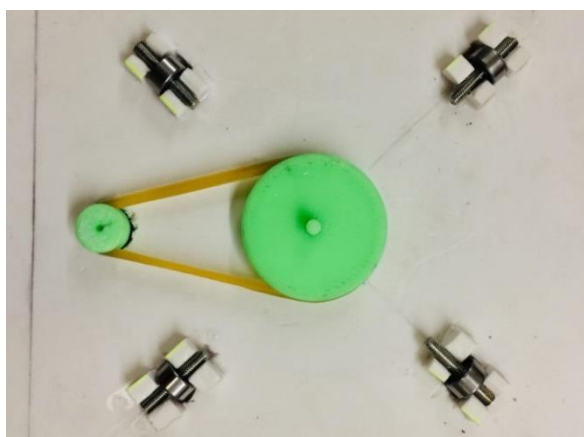
Оның айналу механизмі блоктар және белдік беріліс арқылы іске асырылады.



Сурет 2.8 – Белдік беріліс пен шкивтардық моделі.

Белдікті беру Икемді байланысы бар үйкеліс арқылы берілістерге жатады және бір-бірінен айтарлықтай қашықтықта орналасқан біліктер арасындағы қозғалысты беру үшін қолданылуы мүмкін. Ол екі шкивтен тұрады (жетекші, құл) және оларды созылған шексіз белдікпен жабады. Берілістер бірнеше құлдармен де мүмкін. Тартылу салдарынан шкивтің белдікпен жанасу бетінде

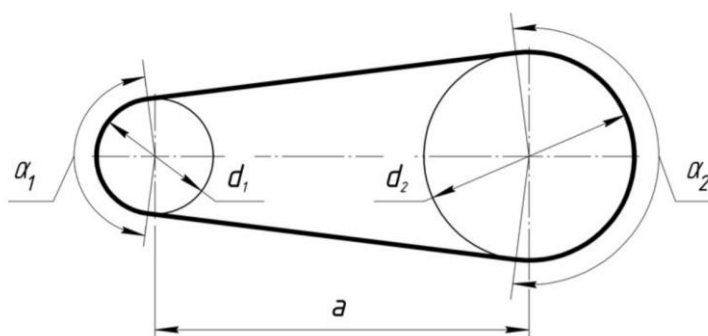
пайда болатын үйкеліс күштерімен жетекші шкив белдікті қозғалысқа келтіреді. Белбеу, өз кезегінде, құлдың дөңгелегін айналдырады.



Сурет 2.9 – Шкивтардың робот корпусында орналасуы.

Осылайша, қуат жетекші шкивтан құлдық шкивке беріледі. Белдіктің кірпік бұрышы, белдіктің кернеуі және үйкеліс коэффициенті жоғарылаған сайын үлкен жүктемені беру мүмкіндігі артады. Блоктардың қолданылу себебі, мотордың қуатын жоғалтпай мұнаның бұрылу жылдамдығын төмендету.

Беріліс коэффициентін есептеу :



2.10 – сұлба. Белдікті беріліс.

$d_1$  – жетекші шкив;  $d_2$  – құлдық шкив

$$d_1 = 10 \text{ мм} \quad d_2 = 30 \text{ мм}$$

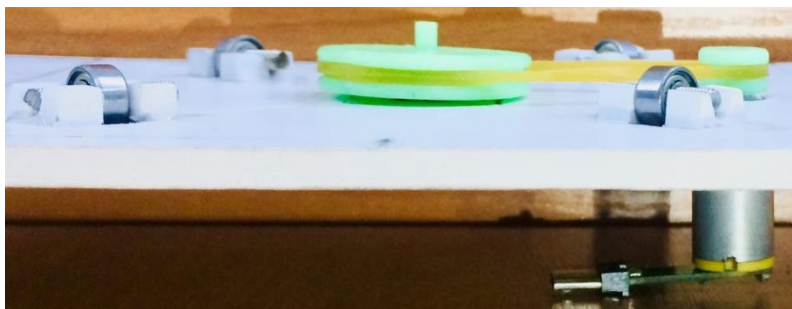
$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{30}{10} = \frac{3}{1}$$

Беріліс коэффициенті = 1:3. Яғни, төмендеткіш беріліс түрі болып табылады[6].

Төмендеткіш берілістер үдеткіштерге қарағанда көбірек таралды. Бұл әр түрлі қозғалтқыштардың біліктерінің айналу жылдамдығы, әдетте, жұмыс машиналарының біліктерінің жылдамдығынан едәуір жоғары екендігімен түсіндіріледі. Жоғары жылдамдықты қозғалтқыштар бірдей қуатты төмен

жылдамдықты қозғалтқыштармен салыстырғанда кішірек, өйткені жылдамдықтың жоғарылауымен қозғалтқыш бөліктеріне әсер ететін күштер мен моменттер азаяды[8].

Мұнараны тұрақты тоқ қозғалтқышы қозғалысқа асырады. Төмендеткіш беріліс түрін қолданғандықтан, біз кішігірім қозғалтқышты қолдана аламыз.



Сурет 2.11 – Тұрақты тоқ қозғалтқышының орналасуы.

## 2.5. Робот амортизаторлары

Роботта амортизаторлардың болуы, оған кедергілерді жұмсақ өтуге мүмкіншілік береді.

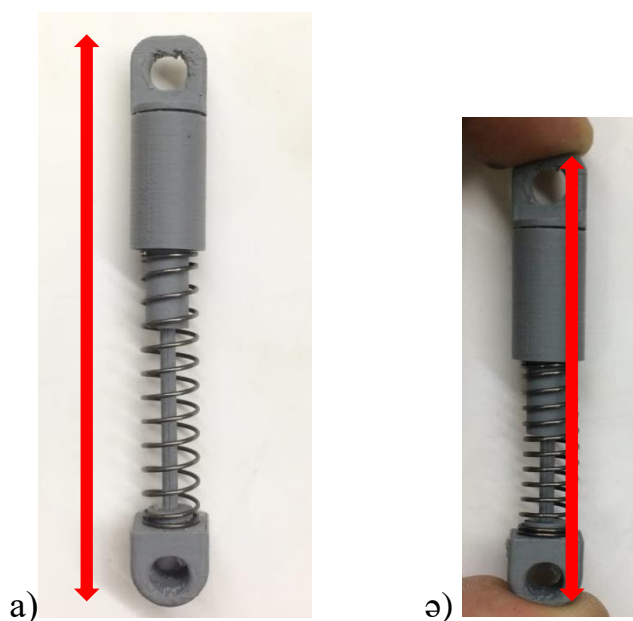
Амортизатор - қозғалыстың (тербелістің) механикалық энергиясын жылуға айналдыру арқылы тербелістерді өшіруге (демпферлеуге) және жылжымалы элементтердің (аспалардың, доңғалақтардың) дүмпулері мен соққыларын, сондай-ақ көлік құралының өз корпусын жұтуға арналған құрылғы.



Сурет 2.12 – Амортизатор.

Амортизаторлар серпімді элементтермен бірге серіппелер немесе серіппелер, бұралу, жастықтар және т.б. үлкен массалардың еркін тербелістерін

сөндіру және серпімді элементтермен байланысқан кіші массалардың жоғары салыстырмалы жылдамдықтарын болдырмау үшін қолданылады.



Сурет 2.12 – 3д принтерінде шығарылған амортизаторлар.

а) Амортизатордың серпімсіз күйі. ә) Амортизатордың серппеленген күйі.

## 2.5. Роботтың тактикалық-техникалық сипаттамалары

Роботтың тактикалық-техникалық сипаттамалары:

Массасы:.....1700 грамм  
Жылдамдығы.....1.5 м/с  
Бұрылу жылдамдығы.....120 град/с  
Тоқтаусызда жүру уақыты.....36 минут

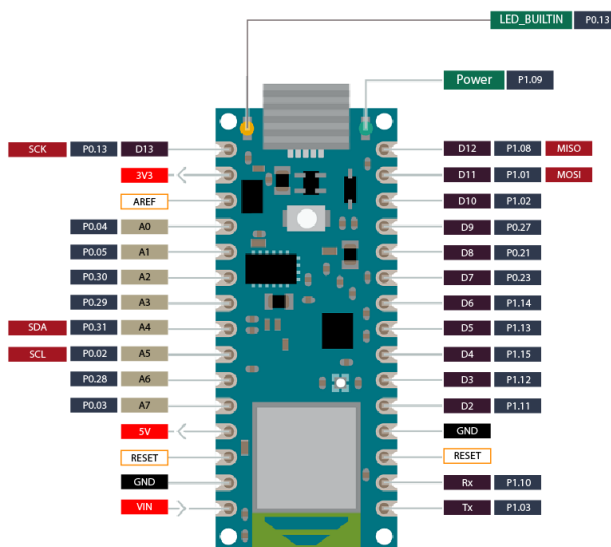
Өлшемдері:

Ұзындығы.....350 мм  
Ені.....260 мм  
Биіктігі.....160 мм

### 3. Роботтың электрондық компоненттері

#### 3.1. Микроконтроллер

Роботтың басқаруы Arduino Nano микроконтроллерімен жүзеге асады.



Сурет 3.1 – Arduino Nano микроконтроллер платасы.

Arduino Nano-бұл шағын, үйлесімді, икемді және макетпен үйлесімді микроконтроллер платасы, Arduino.cc Италияда atmega328p базасында құрастырылған. Arduino Nano - бұл Arduino UNO-ның кішірек нұсқасы, сондықтан екеуінің де функциялары бірдей. Оның жұмыс кернеуі 5 В, бірақ кіріс кернеуі 7-ден 12 В-қа дейін өзгеруі мүмкін. Arduino Nano түйреуішінде 14 сандық контактілер, 8 аналогтық контактілер, 2 қалпына келтіру контактілері және 6 қуат контактілері бар. Осы сандық және аналогтық контактілердің әрқайсысына бірнеше функция тағайындалады, бірақ олардың негізгі функциясы кіріс немесе шығыс ретінде конфигурациялануы керек. Олар сенсорлармен жұпталған кезде кіріс контактілері ретінде әрекет етеді, бірақ егер жүктемені басқаратын болса, онда оларды шығыс сигналы ретінде пайдалану қажет. `PinMode ()` және `digitalWrite ()` сияқты функциялар сандық шығыс операцияларын басқару үшін қолданылады, ал `analogRead ()` аналогтық шығуды басқару үшін қолданылады. Аналогтық түйреуіштер 0-5 В-қа дейінгі мәнді өлшейтін жалпы 10 биттік ажыратымдылыққа ие.

Nano тақтасындағы әрбір шығыс белгілі бір функцияға ие. Аналогтық түйреуіштерді аналогты-сандық түрлендіргіш ретінде, ал A4 және A5 түйреуіштерін I2C байланысы үшін де қолдануға болады. Сол сияқты 14 сандық байланыс бар, олардың 6-ы ШИМ жасау үшін қолданылады.

Arduino Nano Ide деп аталатын Arduino бағдарламалық жасақтамасымен бағдарламаланады, бұл қол жетімді тақталардың барлық дерлік түрлерінде қолданылатын қарапайым бағдарламалық жасақтама. Контроллерді бағдарламалаудың екі нұсқасы бар, яғни бағдарламаны құрастыруға және жазуға арналған сыртқы жазу құрылғысын пайдаланудан босататын бағдарламалық жасақтамаға қосылған жүктеушіні қолдану арқылы, ал басқа нұсқасы ICSP арқылы.

```
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_mar27a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Сурет 3.2 – Arduino Nano Ide

### 3.2 Қозғалтқыш –редуктор

Шынжыр табанды движительдерді 4 JGA25-370 тұрақты ток қозғалтқыш-редукторлары қозғалысқа әкеледі.



Сурет 3.3 – JGA25-370 тұрақты ток қозғалтқыш-редуктор.

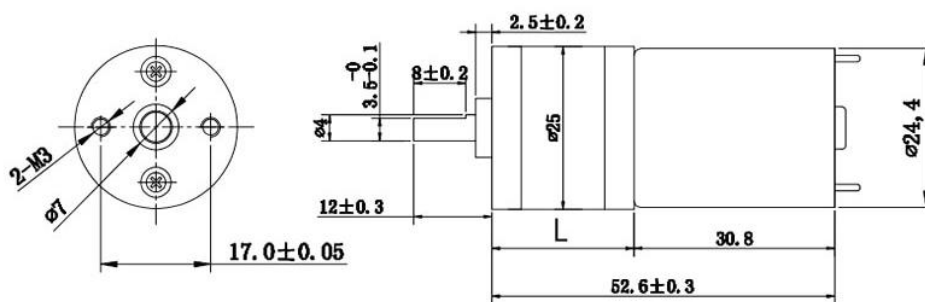
Қозғалтқыш-редуктор – бұл біріктірілген құрылғы, бір блоктағы электр қозғалтқышы және редуктор. Өнеркәсіптің барлық салаларында электр жетегі ретінде кеңінен қолданылады. Оның ерекшелігі-ықшамдылық, жоғары



тиімділік, орнату және техникалық қызмет көрсету жеңілдігі, қолданылатын беріліс түріне байланысты планетарлық, цилиндрлік, толқындық, құрт және басқа түрлер ерекшеленеді.

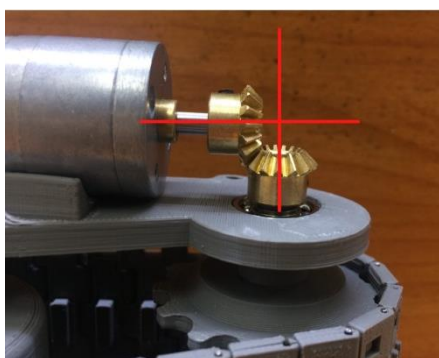
Тұрақты кернеулі бір фазалы қозғалтқышта жиналған шағын өлшемді (6 В, 150 обр/мин, 3 кг/см) JGA25-370 коллекторлық (щеткалы) мотор. Қозғалтқыш білігіне бірнеше редукторлардан тұратын толық металл коаксиалды редуктор орнатылған. Редуктор қозғалтқыш білігі мен редуктор білігі арасындағы момент пен айналу жылдамдығының өзгеруіне әсер етеді, жылдамдықты төмендетеді және редуктор білігіне қажетті күш береді.

Беріліс моторы екі бағытта, сағат тіліне қарсы және сағат тіліне қарсы бағытта айнала алады. Айнарудың өзгеруіне қозғалтқыш контактілеріндегі кернеудің полярлығын өзгерту арқылы қол жеткізіледі. Айналу жылдамдығы мен максималды момент кернеуге байланысты. Бұл беріліс моторы жақсы қуатқа ие және сонымен қатар шағын габариттері бар.

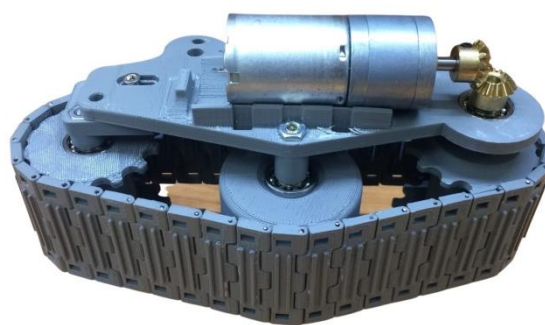


Сурет 3.4 – JGA25-370 параметрлері.

Қозғалтқыш-редукторынан қозғалысты жетекші доңғалағына беру үшін бұрышты беріліс қолданылды, ол үшін конусты тісті доңғалақты бір біріне 90 градус жасап бекітілді.



а)



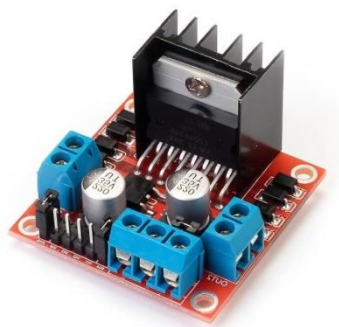
ә)

Сурет 3.5 – Қозғалтқыш-редукторының шынжырлы қозғағышта орналасуы.

а) конусты тісті доңғалақтың орналасуы. ә) JGA25-370 орналасуы.

### 3.3 Қозғалтқыш драйвері

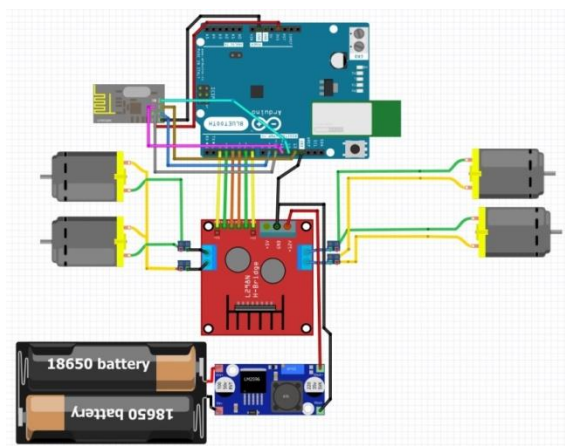
Осы моторларды іске қосу үшін L298n қозғалтқыш драйверін қолданылды. L298n драйверін радиоэуесқойлар тұрақты ток қозғалтқыштарын көп функциялы басқару үшін пайдаланады. Екі h көпірінен тұратын модуль схемасы оған бір биполярлы қадамдық қозғалтқышты немесе бір уақытта екі тұрақты щетка қозғалтқышын қосуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда қозғалтқыштардың айналу жылдамдығы мен бағытын өзгертуге болады. Басқару түйреуіш контактілер түрінде жасалған командалық кірістерге тиісті сигналдар беру арқылы жүзеге асырылады.



Сурет 3.6 – L298N қозғалтқыш драйвері.

Модульдің техникалық сипаттамалары:

- Логиканың кернеуі: 5V;
- Логикалық ток: 36ma;
- Электр қозғалтқыштарының кернеуі: 5V-ден 35V-ге дейін;
- Драйвердің жұмыс тогы: 2a (шыңы 3A);
- Шекті қуат: 20 Вт;
- Модуль өлшемдері: 43.5 ММ x 43.2 ММ x 29.4 мм.



Сұлба 3.7 – Электрондық компоненттерінің қосылуы.

```

1 #include <SPI.h>
2 #include "nRF24L01.h"
3 #include "RF24.h"
4 #include "GyverMotor.h"
5
6 RF24 radio(9,10);
7 int recieved_data[4];
8 int relay1 = 2;
9 int relay2 = 3;
10 int relay3 = 4;
11 int relay4 = 5;
12
13 void setup(){
14   radio.begin();
15   radio.openReadingPipe(1,address[0]);
16   radio.setChannel(0x60);
17   radio.setPALevel(RF24_PA_MAX);
18   pinMode(relay1, OUTPUT); pinMode(relay2, OUTPUT);
19   pinMode(relay3, OUTPUT); pinMode(relay4, OUTPUT);
20 }
21
22 void loop() {
23   byte pipeNo;
24   while( radio.available(&pipeNo)){
25
26     radio.read( &recieved_data, sizeof(recieved_data) );
27   }
28   if (recieved_data[0] == 1)
29   {
30     digitalWrite(relay1, 1); digitalWrite(relay3, 1);
31   }
32   else if (recieved_data[1] == 1)
33   {
34     digitalWrite(relay2, 1); digitalWrite(relay4, 1);
35   }
36   else if (recieved_data[2] == 1)
37   {
38     digitalWrite(relay1, 1);digitalWrite(relay2, 1);
39   }
40   else if (recieved_data[3] == 1)
41   {
42     digitalWrite(relay3, 1);digitalWrite(relay4, 1);
43   }
44   else
45   {
46     digitalWrite(relay1, 0); digitalWrite(relay2, 0);
47     digitalWrite(relay3, 0); digitalWrite(relay4, 0);
48   }
49 }

```

Сурет 3.8 – Роботтың атқару механизмының программалық коды.

### 3.4 Бейне бақылау жүйесі

Бейне бақылау жүргізу үшін ESP32-CAM - бұл камерамен ESP32 дамыту тақтасы қолданылды.

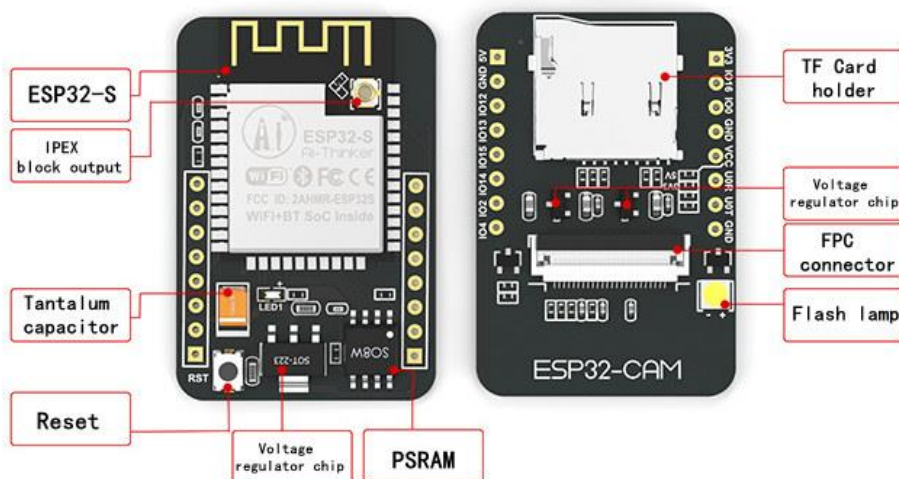


Сурет 3.9 – ESP32-CAM микроконтроллері.

Espressif Systems компаниясының ESP32 микроконтроллері ESP8266-мен салыстырғанда көптеген интерфейстермен жабдықталған, бірақ DVP немесе MIPI CSI сияқты камера үшін аппараттық интерфейс жоқ.

Дегенмен, камераны i2s интерфейсіне қосу мүмкіндігі бар. басқа құрылғылардан айырмашылығы, ESP32 микроконтроллерінде i2s интерфейсі, форумда айтылғандай, кең функционалдылыққа ие.

ESP32 микроконтроллерінің i2s интерфейсінің ішкі жүйесі жадқа тікелей қол жеткізу үшін жедел жадқа тікелей қосылған жоғары жылдамдықты шинаны да қамтамасыз етеді.



Сурет 3.10 – ESP32-CAM микроконтроллерінің сипаттамасы.

ESP32-CAM тақтасы келесі сипаттамаларға ие:

- Wi-Fi 802.11 b/g/n және Bluetooth 4.2 LE қосылған ESP32-s сымсыз модулі, ПХД антеннасы, U. FL жоғары жиілікті қосқышы, SPI

интерфейсі бар 32 Мбит флэш-жады, 4 Мбит псевдостатикалық жедел жады;

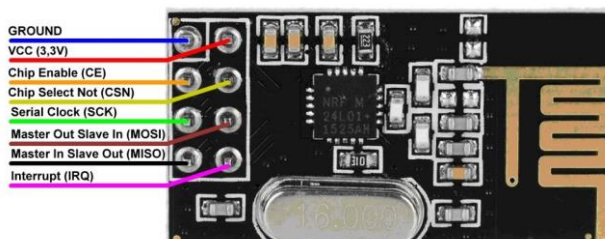
- Сыртқы диск-4 ГБ дейінгі microSD картасы;
- Камера: FPC коннекторы, ov2640 (тақтамен бірге сатылады) және OV7670 камераларын қолдау, сурет пішімі — JPEG (тек OV2640 үшін Қолдау), BMP, Grayscale, жарықдиодты жарқыл;
- Кеңейту-UART, SPI, I2C, PWM (PWM) интерфейстерімен 16 тесік.
- Қуат — істікшелі қосқыш арқылы 5 В;
- Қуат тұтыну: жарық диодты жарқыл өшірілген кезде - 5 в кезінде 180 мА, жарық диодты жарқыл қосылған кезде - 5 в кезінде 310 мА, терең ұйқы — 5 В кезінде кемінде 6 мА, ұйқы режиміндегі модемде - 5 в кезінде кемінде 20 мА, таяз ұйқы-5 в кезінде кемінде 6,7 мА;
- Өлшемдері-40,5×27×4,5 мм;
- Салмағы - 10 г;
- Температура диапазоны. Пайдалану: -20 ... 85°C; сақтау: -40 ... 90 °C ылғалдылығы 90% - дан аспайды[8].

Осы ESP32-CAM микроконтроллерінің камерасынан бейне бақылау үшін, берілген сілтемемен өтіп қарауға болады: <http://172.20.10.4>

## 4. Басқару типі

### 4.1 Радиобасқару. NRF24L01 радиомодулі

Робот радиобасқару арқылы жүреді. Ол үшін NRF24L01 радиомодулін қолданамыз.



Сурет 4.1 – үшін NRF24L01 радиомодулі.

NRF24L01 бортында демодулятор, жиілік синтезаторы және сигнал күшейткіші бар. Arduino NRF24L01 + Модулінің диапазоны 30 метрге дейін, ал күшейткіші мен антеннасы бар нұсқада 1000 метрге дейін. Модуль сигнал жиілігімен ерекшеленетін 127 байланыс арнасын қолдана алады-2,4 ГГц-тен 2,483 ГГц-ке дейін. Сымсыз байланыс жылдамдығын реттеуге болады: 250kbps, 1mbps немесе 2mbps.

Модульдің ауқымын Bluetooth HC-05/06 модулімен салыстыруға болады, бірақ NRF24L01 көмегімен көп арналы байланыс жасауға болады. Яғни, бір уақытта сигнал қабылдай алатын және жібере алатын 7-ге дейін құрылғыны жалпы желіге біріктіруге болады.

Роботтың қоғалысын джойстик арқылы іске асырылды.

Джойстик-адамнан компьютерге немесе микроконтроллерге ақпаратты оңай беруге арналған құрылғылардың бірі. Джойстиктер роботтардың, мобильді платформалардың және басқа механизмдердің қозғалысын басқару үшін қолданылады.

Екі осьті джойстик модулі (4.2 - сурет.) екі еркіндік дәрежесі бар, екі өзара перпендикуляр осьтері бар шарға бекітілген тұтқаны білдіреді.



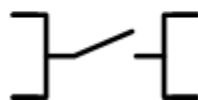
Сурет 4.2 – Екі осьті джойстик модулі.

Тұтқаны еңкейту кезінде екі потенциометрдің әрқайсысының жылжымалы контактілері 10 кОм болып табылады, олар X және Y осьтерінің орнын анықтайды, әр потенциометрдің орташа контактісі VRX және vry коннекторларының контактілеріне шығарылады, ал экстремалды байланыс қуат пен жерге қосылады. Сондай-ақ, джойстик тұтқаны тік басқан кезде жұмыс істейтін сағат түймесімен жабдықталған, оқулар SW контактісінен алынады. Босатылғаннан кейін джойстик бастапқы орталық күйіне оралады.

Техникалық сипаттамалары:

- Қуат кернеуі: номиналды 3.0 ... 5.5 В;
- Шығу: сандық (батырма) және аналогтық (X және Y осьтері);
- Өлшемдері: 26 мм x 40 мм x 22 мм.

Мұнарасын бұру үшін сағат түймесін қолданамыз. Сағат түймесі - итергішке қысым болған кезде тізбекті жабатын қарапайым механизм. Классикалық 4 істікшелі сағат түймесінде тұйықталу диагональ бойынша жүреді.



Сурет 4.3 – Сағат түймесі.



```

1 #include <SPI.h>
2 #include "nRF24L01.h"
3 #include "RF24.h"
4
5 RF24 radio(9, 10);
6 byte address[][6] = {"1Node", "2Node", "3Node", "4Node", "5Node", "6Node"};
7 int button1 = 2;
8 int button2 = 3;
9 int button3 = 4;
10 int button4 = 5;
11 int transmit_data[4];
12
13 void setup() {
14   Serial.begin(9600);
15   pinMode(button1, INPUT_PULLUP);
16   pinMode(button2, INPUT_PULLUP);
17   pinMode(button3, INPUT_PULLUP);
18   pinMode(button4, INPUT_PULLUP);
19   radio.begin();
20   radio.setAutoAck(1);
21   radio.setRetries(0, 15);
22   radio.enableAckPayload();
23   radio.setPayloadSize(32);
24
25   radio.openWritingPipe(address[0]);
26   radio.setChannel(0x60);
27   radio.setPALevel(RF24_PA_MAX);
28   radio.setDataRate(RF24_250KBPS);
29   radio.powerUp();
30   radio.stopListening();
31 }
32 void loop() {
33   int signalX = 255 - analogRead(0) / 2;
34   int signalY = 255 - analogRead(1) / 2;
35   transmit_data[0] = !digitalRead(button1);
36   transmit_data[1] = !digitalRead(button2);
37   transmit_data[2] = !digitalRead(button3);
38   transmit_data[3] = !digitalRead(button4);
39   radio.write(&transmit_data, sizeof(transmit_data));
40   Serial.println("Signal");
41   Serial.println(transmit_data[0]);
42   Serial.println(transmit_data[1]);
43   Serial.println(transmit_data[2]);
44   Serial.println(transmit_data[3]);
45   delay(50);
46 }

```

Сурте 4.4 – Басқару прграммалық коды.

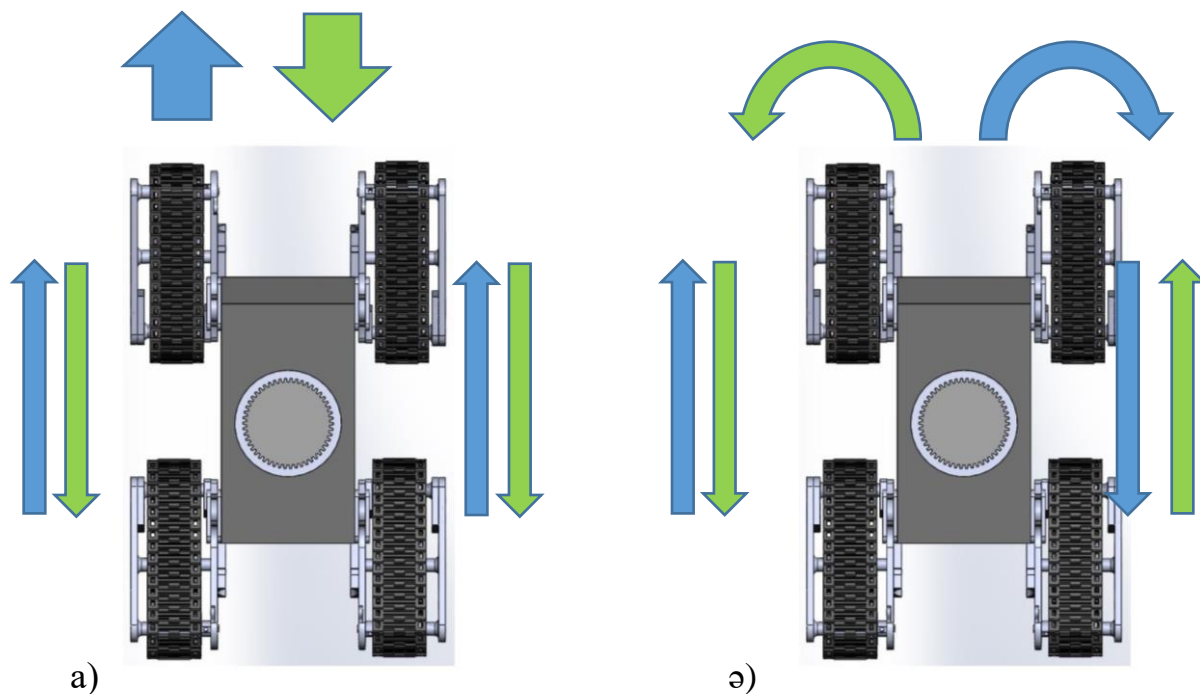
## 4.2 Роботтың қозғылыс принципі

Роботтың қозғылысы танктың қозғалыс принципіне негізделген. Ол қозғағыштардың комбинацияларынан жүзеге асырылады:

- Алға жүру үшін барлық шынжырлы қозғағыштар алға жүреді;
- Артқа жүру үшін барлық шынжырлы қозғағыштар артқа жүреді;



- Оңға бұрылу үшін сол жақ шынжырлы қозғағыштар алға жүреді, ал оң жақ шынжырлы қозғағыштар артқа жүреді;
- Солға бұрылу үшін оң жақ шынжырлы қозғағыштар алға жүреді, ал сол жақ шынжырлы қозғағыштар артқа жүреді.



Сурет 4.5 – Роботтың қозғылыс принципі.

а) Алға және артқа жүру комбинациялары.

б) Оңға және солға бұрылу комбинациялары

## **ҚОРЫТЫНДЫ.**

Бұл дипломдық жұмысты қорытындылай келе, әскери істің басты бөлігі – барлау мәселесін, адам өмірін жоғалтпай, барлау роботының көмегімен қалай шешуге болатындығы жайлы айтылды және оны шешу жолы ұсынылды.

Жобада ұсынылған «SabalaQ» атты барлауға арналған әскери робот радио байланыс арқылы басқарыла алатын, мобильді, шынжыр табанды қозғалтқыштардың арқасында өту қабілеті жоғары болып табылғандықтан, операторға белгілі бір қашықтықта жаудың маңызды күштер мен бөліктердің орналасуы туралы бейне және аудио деректерді алуға мүмкіндік береді.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қандай роботтар бар [Электрондық ресурс]. – URL: <https://robroy.ru/roboti/>
2. Әскери роботтар және оларды жасаушылар.[Электрондық ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/408731/>
3. Израиль елінің ішігірім робот-барлаушысы [Электрондық ресурс]. – URL: <https://neuronus.com/news-tech/1065-miniaturnyj-robot-razvedchik-postupit-na-vooruzhenie-izrailya.html>
4. Шынжыр табанды қозғалтқыш [Электрондық ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C)
5. Шынжыр табанды қозғалтқыш [Электрондық ресурс]. – URL: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/shiny-i-diski/gusenichny-j-dvizhitel/>
6. Машина механизмінің құрылымдық есебі [Электрондық ресурс]. – URL: [http://mgmk.bntu.by/pages/project/project-mrs/raschet\\_remennoj\\_peredachi.pdf](http://mgmk.bntu.by/pages/project/project-mrs/raschet_remennoj_peredachi.pdf)
7. ESP32-CAM бейне ағынының веб-сервері [Электрондық ресурс]. – URL: <https://voltiq.ru/esp32-cam-video-web-server/>
8. Механикалық беріліс [Электрондық ресурс]. – URL:<http://www.mehanika-kvs.narod.ru/razdel4/r42.html>
9. Justin J. Crom BASIC Face-off // PC Tech Journal. – 1987, September. – P. 136. – (Ауд. В.Н. Лопухов).
10. Сырямкин В. и. робототехника және мехатроникадағы ақпараттық құрылғылар мен жүйелер: оқу құралы. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 2016. – 524 б. - (Серия: Зияткерлік техникалық жүйелер).