ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Әбдірахым Дәулет Жарқынұлы

«ТЖ аймағына дәрілік заттарды жеткізу үшін дронның моделін әзірлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071600 – Аспап жасау мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ
РТжАТҚ кафедра
меңгерушісітехника
ғылым кандидаты
Қ.А. Ожикенов
« 9 » маусым 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «ТЖ аймағына дәрілік заттарды жеткізу үшін дронның моделін әзірлеу »

5В071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындады Әбдірахым Дәулет Жарқынұлы

Ғылыми жетекшісі
тех.ғылым
магистрі,лектор
Баянбай Н.А.

« 9 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5В071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН
РТжАТҚ кафедра
меңгерушісітехника
ғылым кандидаты
Қ.А.Ожикенов

« 9 » маусым 2021 ж.

ТАПСЫРМА
дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушыға Әбдірахым Дәулет Жарқынұлы
Тақырыбы: ТЖ аймағына дәрілік заттарды жеткізу үшін дронның моделін әзірлеу
Университет ректорының бұйрығымен бекітілген №726-б «27» қантар 2021 ж.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «9» маусым 2021 ж.
Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: кеңістіктегі квадрокоптерлердің орналасуының басқару жүйесін әзірлеу болып табылады, MatLab Simulink бағдарламасында басқару жүйесін құрып, зерттеу.
Дипломдық жұмыста әзірленуге жататын мәселелер тізімі:
а) Квадрокоптердің басқару жүйесін зерттеу, түсіну
б) MatLab, Simulink бағдарламасында басқару жүйесін құру, зерттеу, түсіну
в) Математикалық модельдерін құрастыру.
г) Дронның 3д моделін құрастыру

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 20 әдебиеттер тізімі

КЕСТЕ

дипломдық жобаны дайындау

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпе
Технологиялық бөлім	22.01 – 15.02.2021 ж.	Орындалды
Есептеу бөлімі	15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2021 ж.	Орындалды

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпе
Технологиялық бөлім	22.01 – 15.02.2021 ж.	
Есептеу бөлімі	15.03 – 20.04.2021 ж.	
Зерттеу бөлімі	15.03 – 20.04.2021 ж.	

Консультанттардың және
нормобақылаушылардың жобаның оларға
қатысты бөлімдерін көрсете отырып
қолдартаңбалар

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, Т.А.Ж. (уч. степень, звание)**	**Қол қойылған күні**	**Қол**
Нормобақылау	Қабдолдина Әсем Оралханқызы PhD доктор	08.06.2021 ж.	

Ғылыми жетекшісі Баянбай Н.А.

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады Әбдірахым Д.Ж.

Күні « 23 » мамыр 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада дрондардың жалпы өндірісте де, оның жекелеген салаларында пайдалану туралы айтылады.Медицинада,дәрі дәрмек тасымалында пилотсыз ұшу аппараттарының жұмысы толығырақ сипатталған. Бүгінгі күні осы секторда кездесетін проблемалар, сондай-ақ оларды пилотсыз технологиялардың көмегімен шешу әдістері келтірілген. Автоматты басқару жүйесі мен оны пилотсыз ұшу аппараттарына біріктіру арасындағы маңызды байланыс түсіндіріледі. Дронның техникалық компоненті егжей-тегжейлі сипатталған, сондай-ақ техникалық автоматтандыру құралының әр буыны арасындағы байланыс. Ұшқышсыз басқарылатын аппаратты басқару үшін қолданылатын бағдарламалық жасақтаманың мысалы келтірілген

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов как в промышленности в целом, так и в отдельных ее отраслях. Более подробно описывается эксплуатация беспилотных летательных аппаратов в сфере медицины. Приведены проблемы, существующие на сегодняшний день в этом секторе, а также методы решения этих проблем при помощи беспилотных технологий. Объяснена важная взаимосвязь между системой автоматического управления и ее интеграцией на беспилотные летательные аппараты. Подробно описывается техническая составляющая дрона, а также взаимосвязь между каждым звеном технического средства автоматизации. Приведен пример программного обеспечения, через которое осуществляется управление беспилотным летательным аппаратом

ABSTRACT

The diploma project examines the use of unmanned aerial vehicles in industry in general, and in its individual industries. The operation of unmanned aerial vehicles is described in more detail devices in the field of medicine. The problems that exist today in this sector, as well as methods of solving these problems using unmanned technologies. An important relationship between automatic control system and its integration into unmanned aerial vehicles. In detail describes the technical component of the drone, as well as the relationship between each link of the technical automation tools. An example of software through which the unmanned aerial vehicle control is carried out is given.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 6
1 ЛОГИСТИКА САЛАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ 7
1.1 Көлік және логистика саласындағы заманауи үрдістер 8
1.2 Дрондармен жеткізу мәселелері 10
2 ПӘНДІК САЛАНЫ ТАЛДАУ 12
2.1 Қазіргі заманғы дрондар жүйелеріне шолу 12
2.2 Дрондардың түрлері 16
3 Квадрокоптерді басқару жүйесінің компьютерлік моделін әзірлеу 19
3.1 Simulink көпөлшемді басқару объектісінің моделі 19
3.2 Simulink жетегі моделі 20
3.3 Ұшу траекториясын реттеуіштің компьютерлік моделі 21
3.4 Квадрокоптердің басқару жүйесінің компьютерлік моделі 22
4 Негізгі жұмыс режимдерінде басқару жүйесінің жұмысын зерттеу 23
4.1 Реттегіштердің коэффициенттерін таңдау 23
4.2 Жетек динамикасының басқару жүйесінің жұмысына әсері 23
4.3 Квадрокоптердің ұшуы 24
4.4 Көлденең жазықтықта маневр жасау 24
4.5 Тік осьтің айналасында айналу 25
4.6 Қозғалыстың(орын ауыстырудың) күрделі тапсырмасы 26
5 Телеметриялық жүйе 27
5.1 Телеметриялық жүйе 27
5.2 Дронның 3d моделі 28
6 Басқару жүйесіндегі техникалық құрылғыларына зерттеу жасау 29
6.1 Раманы таңдау 29
6.2 Қозғалтқыштар 29
6.3 Аккумуляторлы батареялар 30
6.4 Жылдамдықты реттегіштер 30
6.5 Датчиктер 31
Қорытынды
Пайдаланған әдебиеттер
Қосымша А

КІРІСПЕ

Мехатрониканың басты мақсаттарының бірі - адам операторын өмірге қауіп төндіретін жағдайларда алмастыруға барлық мүмкіндігі бар автоматты құрылғыларды құру. Осыған байланысты дрондардың пилотсыз ұшу аппараттарының рөлі айтарлықтай артып келеді. Мұны бақылау, қасбеттердің фотограмметриясы, көпірлерді тексеру сияқты күрделі технологиялық процестер мен операцияларды орындау үшін оларды жүзеге асырудың сәттілігімен түсіндіруге болады. Осы технологиялық процестерді жүзеге асыру үшін ұшуды басқару қажет. Қазіргі уақытта ұшуды басқару жартылай автоматты режимде операторлық командалар көмегімен навигацияны тірек нүктелерімен енгізе отырып немесе басқару пультін пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдаланудың ең перспективалы бағыттарының бірі-тапсырыстарды орындау мерзімін жақсарту, шығындарды азайту және шығарындыларды азайту үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарының әлеуетіне байланысты бұрын қол жетімді емес аудандарға сәлемдемелерді жеткізу. Сонымен қатар, технологияның соңғы жетістіктері ұшқышсыз ұшу аппараттарын ұзақ ұшу уақытымен, автоматтандырылған навигациялық жүйелермен және жақсартылған жүктеме жүктемесімен жеткізуге мүмкіндік береді, бұл дрон өз салмағынан тыс көтере алады.

Бұл жұмыстың мақсаты - логистикалық желінің бөлігі ретінде дрондарды пайдалану арқылы жеткізу әлеуетін зерттеу.

Дипломдық жұмыста объект ретінде мультикоптердің ерекше жағдайы - квадрокоптер қарастырылды. Квадрокоптер - тұрақты қадамды төрт айналмалы бұрандалармен жабдықталған ұшу аппараты. Квадрокоптердің таңдауы мультикоптердің ең көп қолданылатын түрі болып табылады.

Басқару жүйелерін құруға арналған жұмыстарда жетек динамикасының жүйесінің жалпы жұмысының әсеріне аз көңіл бөлінеді. Сондықтан ұсынылған дипломдық жұмыста жетектердің динамикасын ескеретін квадрокоптердің басқару жүйесі қарастырылды, оның компьютерлік моделі құрылды және алынған жүйенің жұмысына зерттеу жүргізілді.

Осы зерттеудің негізгі зерттеу сұрақтары:

1. ERP қабылдаудың шағын және орта кәсіпкерлікке (ШОБ) кәсіпкерлік мәні мен жалпы көрсеткіштеріне әсері қандай?

2. Қандай ERP моделін енгізу керек?

3. ERP қабылдау кезінде модуль таңдаудың ШОБ жұмысына әсері қандай?

Зерттеу пәні - компания ресурстарын басқару үшін ERP бағдарламасын енгізу.

Зерттеу нысаны - Компанияның ресурстарын басқару.

1 ЛОГИСТИКА САЛАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ

1.1 Көлік және логистика саласындағы заманауи үрдістер

Саланың эволюциясын және көлік болашағындағы ұшқышсыз ұшу аппараттарының ықтимал рөлін түсіну үшін осы өзгерістерді ынталандыратын технологиядан бастап, Көлік және логистика саласындағы қазіргі тенденцияларға дейінгі осы саладағы соңғы тенденциялар талқыланады. Сонымен, басты назар ұшқышсыз ұшақтарды жеткізу үшін Connect Robotics нарығы ретінде анықталған соңғы мильге жеткізуге байланысты тенденцияларға аударылады.

Қазіргі уақытта көлік саласы өзгеруде және жаңа технологиялар инновацияның негізгі факторлары болып табылады. Демек, бұл технологиялық инновация. Бұл өзгеріс қысқа және ұзақ қашықтыққа жаңа нұсқаларды ұсынатын көлік кәсіпорындарына салынған инвестициялардың арқасында байқалады. Сондықтан көлік саласындағы инновацияларға ықпал ететін алты технология талқыланады. Бұл технологиялар суретте көрсетілген.1.1.

Сурет 1.1-Көлік саласындағы инновацияларды ынталандыру технологиялар. Speranza - дан бейімделген (2018).

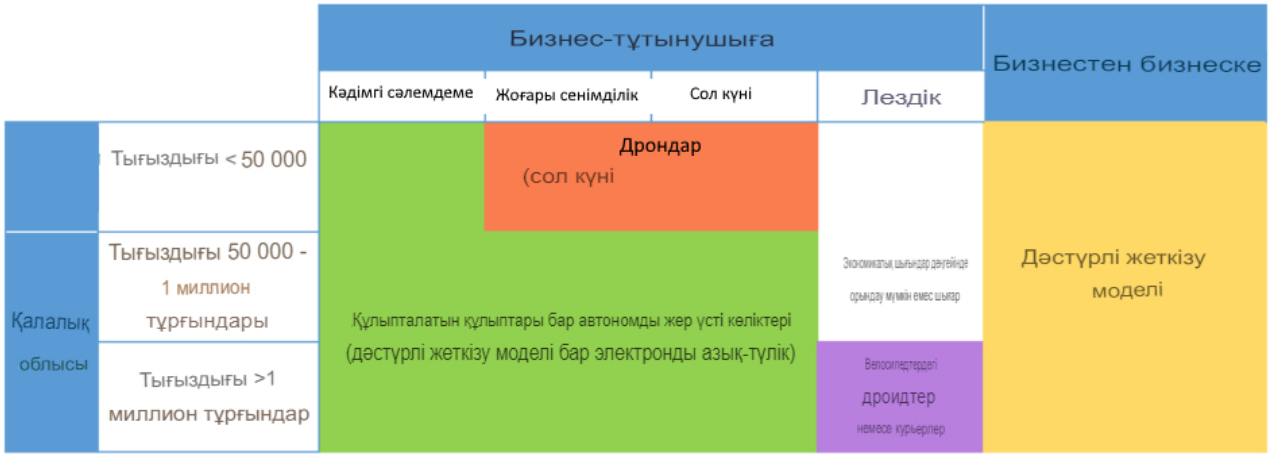
Бүгінгі күнге дейін сәлемдемелерді жеткізу арнайы қызметкерлермен жүзеге асырылды, әдетте жеткізу көліктерін, мысалы, үлкен фургондарды басқарды, олар сәлемдемелерді шоғырландыру пунктінде алып, оларды тікелей алушыларға жеткізді. Алайда, қазіргі уақытта соңғы мильдегі сәлемдемелерді жеткізудің әртүрлі модельдері енгізілуде, олардың бірі-дрондарды жеткізу. Шын мәнінде, Joerss et al жүргізген зерттеу. (2016), дәстүрлі модельге қайшы келетін алты операциялық модельге әкелді. Бұл жеткізу модельдері 1.3 суретте көрсетілген.

Сурет 1.3 - Соңғы мильге жеткізілім модельдері. Джоерсс және басқалардан бейімделген. (2016)

▪ Ұшқышсыз ұшу аппараттары: бұл ұшқышсыз көліктер кішігірім пакеттерді таңдалған бағытқа тікелей бағыт бойынша және қолайлы жылдамдықпен дербес жеткізуге арналған.
▪ Краудсорсинг: тіркелген жүргізушілерді онлайн-желі арқылы жеткізу тапсырыстарымен сәйкестендіретін Курьерлік қызмет, сол күні жеткізілімді жоғары икемділікпен және жеткізу компанияларының төмен инвестицияларымен қамтамасыз етеді.
▪ Құлыпталатын құлыптары бар автономды жер үсті көліктері (AGV): AGV адам тасымалдаушысының қажеттілігінсіз бір маршрут бойынша бірнеше сәлемдемелерді жеткізе алады. AGV келді деп хабарлағаннан кейін, клиенттер барып, пакеттерін шкафтан ала алады.
▪ Велосипед курьерлері: халықтың тығыздығы едәуір жерлерде қысқа қашықтықта сенімді, кептелістерден оңай аулақ болу қабілетінің арқасында велосипед курьерлері аз мөлшерде сәлемдемелер жеткізе алады.
▪ Жартылай автономды көліктер: кіретін өздігінен жүретін көліктер дәстүрлі модельге үнемді уақытты ұсынады, жеткізушіні басқа тапсырмалар үшін босатады, мысалы, пакеттерді сұрыптау немесе көлік жүргізу кезінде әкімшілік тапсырмаларды жеделдету.
▪ Дроидтер: есікке жеткізу үшін бұл автономды көлік арнайы бақылауды қажет етпейтін шешім ұсына алады. Олар сағатына 5-10 шақырым жылдамдықпен қозғалса да, бір уақытта бір пакетті ғана көтере алады.

Алайда, бұл әртүрлі модельдердің сәттілігін анықтайтын тұтынушылар. Осыған байланысты тұтынушылардың үйге жылдам жеткізілімге деген сұранысы артып келеді, дегенмен баға шешуші критерий болып қала береді.

Жеткізуге қатысты клиенттердің жалпы қалауы төрт санатқа бөлінеді: тұрақты пакет, жоғары сенімділік (мысалы, уақытша терезе), сол күні жеткізу және жедел жеткізу. Сондықтан, әр жеткізілім моделінің осы санатқа жарамдылығын түсіну үшін шығындар мен жеткізілім үшін таңдалған модельдің тиімділігі арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз ету қажет. Сонымен қатар, кез-келген осы опцияның экономикалық тиімділігі халықтың тығыздығына байланысты да өзгереді. Сондықтан сәлемдемелерді соңғы мильге жеткізу 1.4 суретте көрсетілген жеткізу модельдерінің көмегімен жүзеге асырылады деп күтілуде, тұтынушылардың қалауына және халықтың тығыздығына сәйкес.



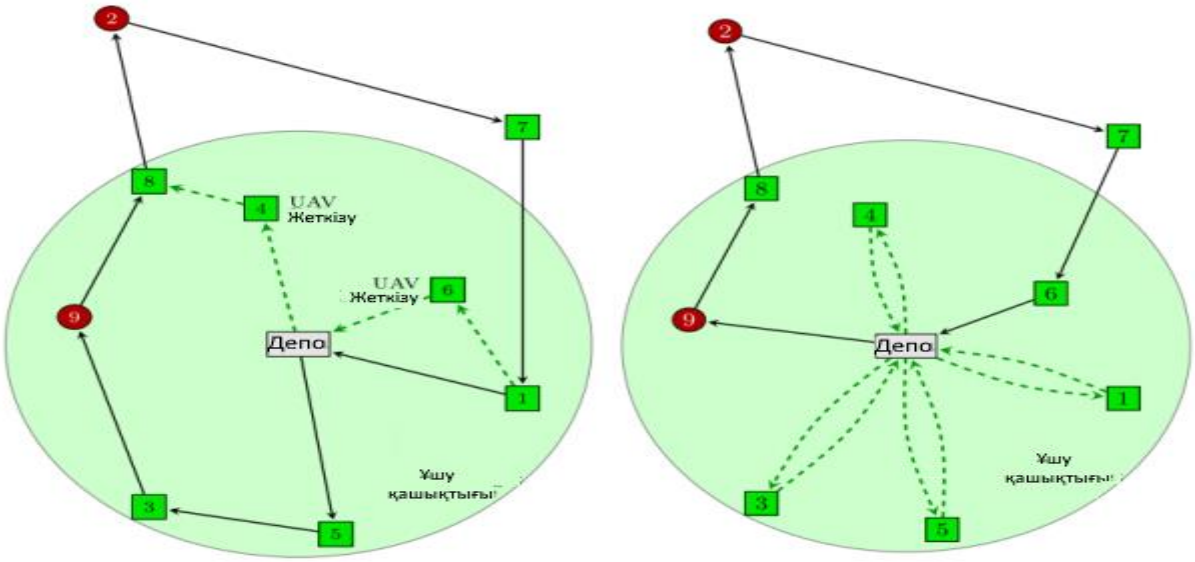
1.4-сурет - халықтың тығыздығына сәйкес соңғы миль жеткізілімдері. Джоерсс және басқалардан бейімделген. (2016).

1.4 Суретте көрсетілгендей, сәлемдемелерді сақтауға арналған ұяшықтары бар AGV қалалық жерлерде жеткізудің қолданыстағы нысандарын алмастырады, өйткені оларды бір күнде және бір уақытта, сондай-ақ ауылдық жерлерде қарапайым сәлемдемелер үшін жеткізуге болады. Алайда, дәстүрлі жеткізілім бизнес үшін (B2B) және электронды өнімдер үшін олардың сыйымдылығы жоғары болғандықтан қолайлы болады. Сонымен қатар, дроидтер мен велосипед курьерлері халық тығыз орналасқан аудандарға жедел жеткізуді ұсына алады. Велосипед курьерлерінен дроидтердің үстемдігі оның технологиялары мен шығындарының қалай дамитынына байланысты болады. Краудсорсингке келетін болсақ, ол сәлемдемелерді жеткізуде аз ғана рөл атқаруы мүмкін және Uber, UberRUSH краудсорсингтік жеткізу қызметінің жақында жабылуы осы бағытта көрсетілген . Ақырында, ұшқышсыз ұшу аппараттары жоғары сенімділікті қамтамасыз ету және сол күні ауылдық жерлерде сәлемдемелер жеткізу үшін қолданылады. Ұшқышсыз ұшақтарды жеткізу осы диссертацияның басты бағыты екенін ескере отырып, бұл көріністі негіздеу келесі тармақтардың тақырыбы болады.Ұшқышсыз ұшу аппараттарының екі кемшілігі бар. Біріншісі-максималды жүктеме. Жүктеме шегінің 15 килограмға дейін артуын ескерсек де, дронды жеткізу операторына қалған заттарды жеткізу үшін балама модель қажет болады. Екіншісі-қону үшін қажет аймақ, өйткені қазіргі заманғы дрондардың мөлшері айтарлықтай.

1.2 Дрондарды жеткізу мәселелері

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын көлікте қолданудың ықтимал артықшылықтарын тану қазірдің өзінде ұшқышсыз ұшу аппараттарына қатысты стратегиялық және жедел міндеттерді шешуге бағытталған айтарлықтай зерттеу жұмыстарына әкелді. Сондықтан келесі параграфтарда бірнеше авторлардың ұшқышсыз ұшақтармен байланысты жеткізу мәселелерін шешуге қосқан үлесі сипатталады. Сонымен қатар, ұшқышсыз ұшу аппараттарымен жабдықтау кезінде туындайтын проблемаларды қалай шешетінін ескере отырып, ұшқышсыз ұшу аппараттарымен тікелей байланысты емес кейбір қосымша жұмыстар зерттеледі.

Осы зерттеулердің көпшілігінде көлік құралдарының паркін қарастыратын TSP жалпылауы болып табылатын сатушы (TSP) және көлік құралдарын бағыттау (VRP) мәселелері қарастырылады. VRP және оның кеңейтімдерінің жалпы анықтамалары мен модельдері Toth және Vigo арқылы қарастырылды. Алайда, оларды тікелей ұшқышсыз ұшу аппараттарын жеткізуге қолдануға болмайды. Сондықтан келесі авторлар ұшқышсыз ұшу аппараттары көлікте қолданылатын жағдайларды шешудің жаңа модельдерін жасады. Авторлар Мюррей мен Чу) дрондармен жеткізудің екі проблемасын ұсынды, онда дрондар дәстүрлі көлікпен бірлесіп жұмыс істейді. Бірінші мәселе 1.5 суретте көрсетілген. (сол жақта) - бұл ұшқышсыз сатушының көмекшісі (FSTSP) мәселесі, онда дрон жүк машинасына клиенттерге сәлемдемелер жеткізуге арналған. Жүк көлігі деподан басталатын маршрут бойынша жүреді, маршрут бойынша клиенттерге қызмет көрсетеді және депода аяқталады. Сонымен қатар, әр клиентте келесі клиенттің жүк көлігіне оралып, басқа клиентке жеткізу үшін дрон жіберілуі мүмкін. Барлық клиенттерге жүк көлігі немесе дрон қызмет көрсетуі керек. Төмендегі мысалда клиенттер 1-ден 9-ға дейін нөмірленгеніне назар аударыңыз. Сонымен қатар, 2 және 9 клиенттері дронмен қызмет көрсету үшін жарамсыз болып саналды, сондықтан олар қызыл түске боялған және шеңберде ұсынылған.



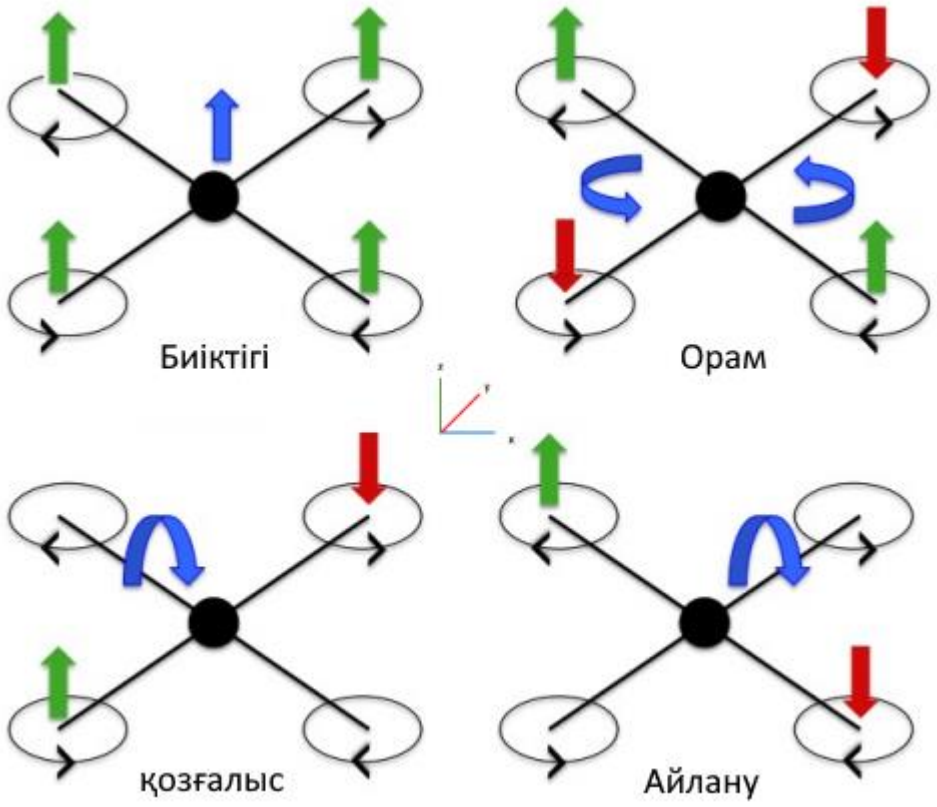
Сур. 1.5-бірдей жеткізу тапсырмасының екі оңтайлы шешімі: fstsp (сол жақта) және PDSTSP (оң жақта) шешімі.

FSTSP жағдайынан айырмашылығы, бұл проблема дрон(дар) мен жүк көлігі жеткізілімдерді дербес орындайды деп болжайды. Демек, кейбір клиенттерге дрон тікелей қызмет көрсетеді, ал қалған клиенттерге оның бағыты бойынша жүк көлігі қызмет көрсетеді. Екі тапсырма үшін де барлық клиенттерге қызмет көрсетуге кететін уақытты азайтатын аралас бүтін сызықтық бағдарламалау (MILP) тұжырымдамасы ұсынылды. Сонымен қатар, практикалық өлшемді мәселелерді шешудің екі эвристикалық тәсілі ұсынылды, өйткені MILP шешушілеріне тек он клиентпен есептерді тұжырымдау үшін бірнеше сағат қажет болды. FSTSP - ге келетін болсақ, ұсынылған эвристика алдымен жүк көлігі барлық клиенттерге баратын TSP-ті шешіп, жүк көлігінің бағытын жасайды. Содан кейін ол клиенттерді дрондарға қайта тағайындау үшін итеративті процедураны бастайды. Осы процедураның әр итерациясында әр клиентті жүк көлігінің бағытынан жеке алып тастаудан алынған уақытты үнемдеу есептеледі және максималды үнемдеумен модификация жүзеге асырылады. Бұл процедура енді жақсарту қозғалыстары болмаған кезде тоқтатылады. PDSTSP үшін эвристика дрондар барлық клиенттерге максималды диапазонда қызмет етеді, ал жүк көлігі қалған клиенттерге қызмет көрсетеді, клиенттерді екі жиынтыққа бөледі. Ұшқышсыз ұшу аппараттары қызмет көрсететін клиенттердің жиынтығы параллельді машинаны жоспарлау (PMS) тапсырмасын орындау уақытын азайту арқылы жоспарланады, мұнда әр клиент "тапсырма", ал "өңдеу уақыты" клиентке қызмет көрсету және қайтару үшін қажет ұшу уақытымен анықталады. Процедураның келесі кезеңінде жүк көлігі қызмет көрсететін клиенттерді жалдау TSP арқылы реттеледі және жүк көлігінің маршрутын аяқтауға кететін уақыты "makespan" деп саналады. Ақыр соңында, егер дронның жұмыс уақыты ұзағырақ болса, дрондардың да, жүк көлігінің де жұмыс уақыты клиенттердің жүк машинасына ауысуымен теңестіріледі. Жылжыту үшін клиентті табу үшін жергілікті іздеу жасалады және жылжыту жалпы уақыт көлемінде ең көп үнемдеуді қамтамасыз ететін клиент таңдалады. Егер жетілдірілген қозғалыстар болмаса немесе жүк машинасының жұмыс уақыты жалпы жұмыс уақытын анықтаса, жиынтықтар арасында клиенттермен алмасу қарастырылады және барлық мүмкін алмасулар жергілікті түрде изделедіЖүк көлігі дрон ұшырылатын статикалық қоймалармен ауыстырылады және әр жеткізілімнен кейін қайтарылуы керек. Маршруттың соңында дрон депоға оралуы керек. Қоймалардың орналасуы қазірдің өзінде анықталған және мәселе ең үнемді дрон бағытын табу болып табылады.

2 ПӘНДІК САЛАНЫ ТАЛДАУ

2.1 Қазіргі заманғы дрондар жүйелеріне шолу

Мультикоптер дегеніміз - раманың шеткі бөлігінде бірнеше көлденең винттері бар радиомен басқарылатын әуе көлігі немесе айналмалы ұшатын қондырғы. Қондырғының итергіштігі роторлардың жылдамдығын дербес арттыру немесе азайту арқылы басқарылады. Мультикоптердын ең көп таралған түрі - төртбұрышты коптер, раманың қарама-қарсы бұрыштарындағы роторлар көтеру кезінде тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін бір бағытта айналады. Төрт-коптердің қадамы екі алдыңғы қозғалтқыштың жылдамдығына қатысты екі артқы қозғалтқыштың жылдамдығын арттыру арқылы басқарылады. Бұл көліктің алға немесе артқа қозғалуына мүмкіндік береді. Қадам бұрышы неғұрлым үлкен болса, берілген бағыттағы жылдамдық соғұрлым көп болады. Көліктің көлеңкесін екі қарама-қарсы қозғалтқыштың айналу жылдамдығын арттыру арқылы өзгертуге болады, бұл оның көлденең айналуын тұрақтандырады және оның ортасына қарай айналуына мүмкіндік береді. Екі көршілес қозғалтқыштың айналу жылдамдығын арттыру арқылы ұшақтың жанама осіне бұрышын өзгертіп, ұшақтың орамасын шығаруға болады [22]. Төрт қозғалтқыштың барлығын көбейту немесе азайту бір мезгілде 2.1 суретте көрсетілген биіктікті басқарады.



Сурет 2.1- Қозғалтқыштардың үстіндегі көрсеткілер қозғалтқыштардың жылдамдығының жоғарылауын немесе төмендеуін көрсететін квадрат-коптердің ұшу бағыты. Барлық басқа көрсеткілер квадрат-коптердің қозғалыс бағытын көрсетеді.

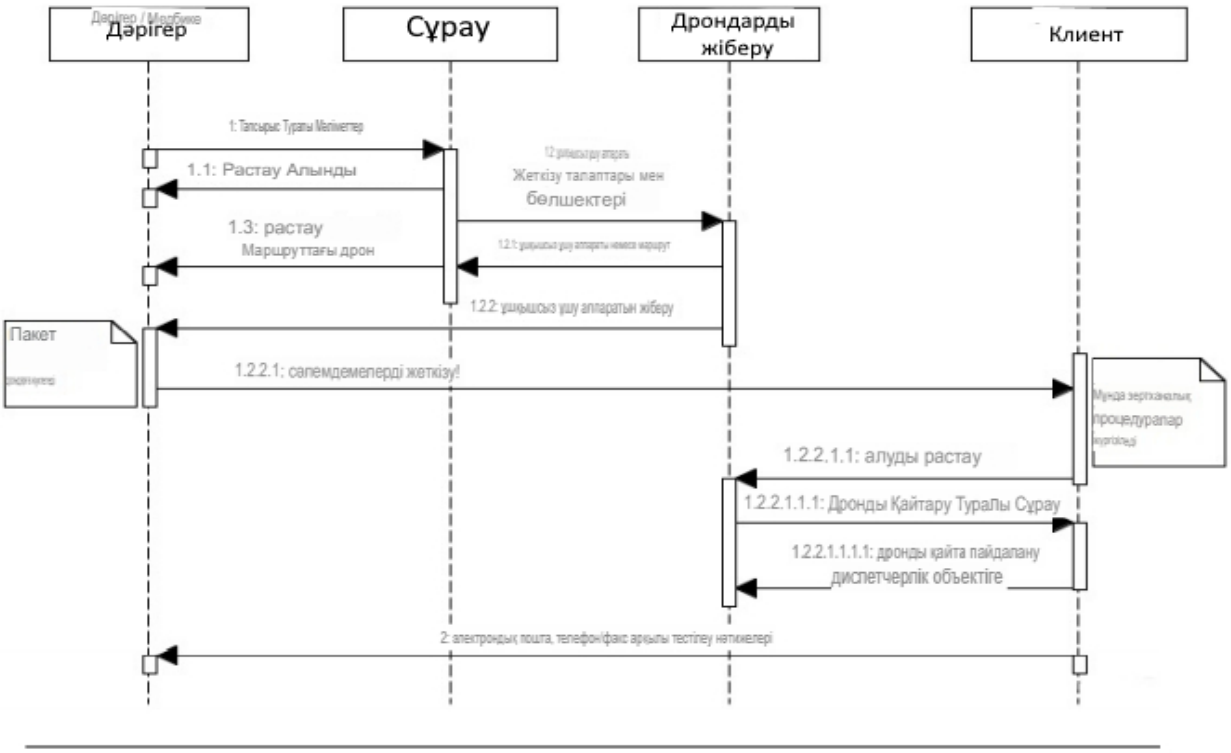
Борттық компьютер қозғалтқышты жылдамдық пен бағытта басқаруды, сондай-ақ ұшу кезінде тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін қажет. Сонымен қатар, GPS, гироскоптар, акселерометрлер және сонарлық датчиктер сияқты перифериялық құрылғылар позиция, биіктік, жылдамдық және маршрутты көрсету сияқты ақпаратты тарату үшін қосылады. Мультикоптер шағын нысандарды автономды тасымалдау үшін жүктеме жүктемесімен жабдықталуы мүмкін. Денсаулық сақтау тұрғысынан пакетте үлгілерді жеткізу жылдамдығын арттыратын шұғыл үлгілер болуы мүмкін.

Ұшу контроллері барометрден, GPS-тен, гироскоптан және акселерометрден алынған деректерді ұшу кезінде оның орналасуы мен бағытын есептеу үшін біріктіреді. Содан кейін ол жердегі станция арқылы берілген жолмен жүреді.

Осы жұмыста ұсынылған ұқсас жүйелердің шолулары мүмкін шешімдерді зерттеуге, сондай-ақ ұшқышсыз ұшу аппараттарын жеткізу жүйесінің мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл ұшқышсыз ұшу аппараттарының дамуын негіздеуге көмектеседі.

Дәрі-дәрмектерді төтенше жағдайларға, қалалық ортаға немесе географиялық тұрғыдан қиын жерлерге жеткізетін ұшқышсыз ұшақтар жеткізілімді жақсарту үшін жиі қолданылады, бірақ олардың дәрі-дәрмектердің тұрақтылығына әсері туралы зерттеулер аз. Мұнда Пол Ройалл мен Патрик Кортни дрондардың жеткізілуінің дәрі-дәрмектердің қауіпсіздігі мен сапасына әсерін зерттейді.

Жалпы жағдайда, тәжірибеші сынамаларды тексеруді талап еткен кезде, дрон басқару бөлмесінде сұралады. Сұраныс өңделгеннен кейін, дрон үлгілерді жинау үшін жолға жіберіледі. Дрон медициналық қызметкерге үлгілерді пакетке жүктеу үшін арнайы бөлінген аймаққа қонады. Содан кейін дрон зертханаға қайтарылады және пакет ажыратылады және зертхана өңделеді. Жеткізуді сұрау рәсімі 2.1.2 суретте көрсетілгендей орындалады.



Сурет 2.1.2 - UML-үлгілерді жеткізуге сұрау салу схемасы.

Сондай-ақ, көптеген басқа дәрілік заттарды үнемді және қауіпсіз тасымалдауға үлкен сұраныс бар; мысалы, құюға арналған қан, трансплантацияға арналған органдар және тестілеу мен патологияға арналған клиникалық үлгілер.4,5 көптеген аурухана қызметтері орталықтандырылған немесе нысандар жаңа аймақтарға кеңейген сайын, логистикалық талаптар мен осы материалдарды тасымалдау үнемі өсіп келе жатқан проблема болып табылады.

Биологиялық үлгінің сапасы мен тұрақтылығы оның транзитінің ұзақтығына сезімтал; осылайша, ұзақ және айналып өту маршруттарын қажет ететін географиялық қиын жерлер және қарбалас сағаттардың шамадан тыс жүктелуіне байланысты болжанбайтын сапар уақытына осал қалалық аудандар қан, ағзалар және басқа клиникалық үлгілерді қажетті келу уақытында тасымалдауды қиындатады. Ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) немесе ұшқышсыз ұшу аппараттары бұл кедергіні айналып өтудің ықтимал нұсқасы болып табылады (сурет. 2.2).

Сурет 2.2 - Дәрілік заттарды тасымалдауға арналған қол жетімді ұшқыш ұшақтарының мысалдары.

Ұшқышсыз ұшақтарды пайдалану қарқынды дамып келеді және медициналық мақсаттағы бұйымдарды жеткізу үшін оларды қолданудағы сенімділік пен сенімділікті қамтамасыз ететін негіздер мен құралдарды құру қажет. Дәстүрлі тұрақтылықты сынау әдістемесін дәрілік заттардың маңызды материалдық атрибуттарына әсер етуі мүмкін діріл, g-күш, қысымның, ылғалдылықтың және температуралық экскурсияның жылдам өзгеруі сияқты дрондарды тасымалдау кезінде кездесетін ерекше стресстерді қосу қажет.

Заманауи технологиялар жердегі ұшқыш пен көлік құралы арасындағы байланысты сақтай отырып, ұшу аппаратын визуалды көру сызығынан (BVLOS) асыра ұшуға мүмкіндік береді. Алайда азаматтық авиацияның қолданыстағы ережелері ақсап тұр және ерекшеліктер болған бірнеше жағдайда ғана пилоттық зерттеулер осы көкжиекке жеткізу миссиясының шынайы әлеуетін көрсете алды.

2.2 Дрондардың түрлері

Пайдаланылатын әуе платформасының түріне сүйене отырып, дрондардың 4 негізгі түрі бар.

1. Көп роторлы дрондар

2. Бекітілген қанатты дрондар

3. Бір роторлы тікұшақ

4. Бекітілген қанатты гибридті VTOL

Көп роторлы дрондар - бұл кәсіпқойлар мен әуесқойлар қолданатын кең тараған дрондар. Олар аэрофототүсірілім, аэробейнебақылау сияқты кең таралған қосымшаларда қолданылады. Нарықта осы сегментте әр түрлі өнім түрлері бар - мысалы аэрофототүсірілім сияқты кәсіби пайдалану үшін көп роторлы дрондар (олардың бағасы 500USD-тен 3K USD-ға дейін өзгеруі мүмкін).) әуесқой дрондармен жарыс немесе бос уақыттағы ұшу сияқты әуесқойлық мақсаттарға арналған көптеген нұсқалар бар (баға 50USD-тен 400USD-қа дейін). Барлық 4 дрондардың ішінен көп роторлы дрондарды жасау оңай және олар ең арзан нұсқа болып табылады.

Көп роторлы дрондарды платформадағы роторлар санына қарай қосымша жіктеуге болады. Олар Tricopter (3 ротор), Quadcopter (4 ротор), Hexacopter (6 ротор) және Octocopter (8 ротор). Осылардың ішінде Quadcopters ең танымал және кең қолданылатын нұсқа болып табылады.

Көп роторлы дрондардың өндірісі оңай және салыстырмалы түрде арзан болғанымен, оның жағымсыз жақтары көп. Көрнектілері - бұл шектеулі ұшу уақыты, шектеулі төзімділік пен жылдамдық. Олар ұзақ қашықтықтағы әуе картасын жасау немесе бақылау сияқты ауқымды жобаларға жарамайды. Мультикоптерлердің түбегейлі проблемасы - олар өз күштерінің үлкен бөлігін (мүмкін, батарея көзінен) тек ауырлық күшімен күресу және өздерін ауада тұрақтандыру үшін жұмсауы керек. Қазіргі уақытта көптеген роторлы дрондардың көпшілігі ұшудың 20-30 минуттық уақытына ғана қабілетті (көбінесе камера сияқты минималды пайдалы жүктеме).

Мультитоторлы дрондардың түрлері.

Мультикоптерлер (мульти-роторлар деп аталады) көбінесе бекітілген қозғағыштарды пайдаланады, сондықтан көлік құралын басқаруға әр қозғалтқыштың салыстырмалы жылдамдығын өзгерту арқылы қол жеткізіледі. Радиомен басқарылатын мультикоптерлер аэрофототүсірілім мен геодезия үшін танымал бола бастады. Соңғы уақытта дрон жарысы-бұл мультикоптерлер жарыс пен еркін стильдегі жарыстарда қолданылатын ыстық тақырып.

Мультироторлардың көптеген түрлері бар. Олар әдетте қолданылатын қозғалтқыштардың санына қарай жіктеледі, мысалы, үш моторлы мультикоптер трикоптер деп аталады, ал конфигурацияны Y3 деп те атауға болады. Бұл жазбада біз мульти-роторлардың келесі түрлерін талқылаймыз:

* Бикоптер

* Трикоптер (Y3, T3)

* Квадрокоптер (X4, Y4)

* Пентакоптер

* Гексакоптер (Y6)

* Октокоптер (X8)

Қозғалтқыштардың саны мен конфигурациясы ұшу сипаттамаларына әсер етеді және олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары бар. Мысалы, қозғалтқыштар неғұрлым көп болса, соғұрлым көп қуат пен жүктеме болады, демек сіз көп жүктеме көтере аласыз. Қозғалтқыштардың көп болуы қозғалтқыш істен шыққан жағдайда жақсы брондауды білдіреді. Бірақ кемшілігі-энергия тиімділігінің төмендеуі және қосымша жабдықтар мен техникалық қызмет көрсету шығындарының артуы. Сондай-ақ, қозғалтқыштың коаксиалды орналасуының артықшылықтарын талқылаймыз.

1) **Бикоптерде** екі қозғалтқыш бар, оларды серво жетектері қалаған көлбеу бұрыштарға жылжыта алады.

Бикоптер ең арзан мультикоптер конфигурациясы болуы мүмкін, өйткені ол тек екі қозғалтқышты және екі серво жетегін пайдаланады. Бірақ бұл ұшуды тұрақтандырудың ең қиын платформасы. Оның тек 2 қозғалтқышы бар екенін ескере отырып, ең аз көтеру күші бар.

2) **Трикоптер-3 Моторлы Мультикоптер.**

Трикоптерде 3 қозғалтқыш бар және әдетте "Y" түрінде болады, онда тұтқалар әдетте бір-бірінен 120 градус қашықтықта орналасады. Трикоптерлерді кейде "T"түрінде де кездестіруге болады.

Алдыңғы тұтқалардағы екі бұрандалар бір-біріне қарсы тұру үшін қарама-қарсы бағытта айналады. Артқы қозғалтқышты солға және оңға қисайтуға болады, бұл Серво қозғалтқышын басқару механизмін қосады.

Бұл танымал, бірақ салыстырмалы түрде арзан конфигурация, өйткені ол тек 3 қозғалтқышты қажет етеді, дегенмен сізге қосымша серво қажет, бірақ олар щеткасыз қозғалтқыштарға қарағанда арзанырақ. Жалпы алғанда, трикоптерлер қозғалтқыштары көп басқа мультироторларға қарағанда аз тұрақты және олар құйрық серво осалдықтары мен апаттар механикасына

байланысты онша сенімді емес. Әуесқойлар үшін бұл айналдыру механизміне байланысты салу қиынырақ.

Трикоптер квадрокоптермен салыстырғанда көбірек қуатқа ие. Бұл дегеніміз, квадрокоптер немесе гексакоптер лақтырған кезде, олар қозғалтқыштардың жартысын баяулатып, екінші жартысын жылдамдатады. Егер тікұшақ толық жылдамдықта болса (барлық қозғалтқыштар 100% - ға), онда ол жылдамдықты төмендетуге мәжбүр болады. Алайда, трикоптерде ол сервоприводты иілуге жету үшін қолданады, сондықтан дәл осындай жағдай туындаған кезде ол аз тартылуды жоғалтады.

3) Квадрокоптер-4 моторлы мультикоптер.

Квадрокоптерде симметриялы жақтауға орнатылған 4 қозғалтқыш бар, X4 конфигурациясы үшін әр тұтқа әдетте бір-бірінен 90 градус қашықтықта болады. Екі қозғалтқыш CW (сағат тілімен) айналады, ал қалған екеуі CCW (сағат тіліне қарсы) тепе-теңдікті сақтау үшін қарама-қарсы күш жасайды. Квадрокоптер-Қарапайым механикалық құрылымы бар мультиротордың ең танымал конфигурациясы.

4) Y4-4 Қозғалтқыштары.

Бұл трикоптерге ұқсайды, бірақ құйрықты серво жоқ. Алдыңғы жағында жеке тұтқаларда екі қарапайым бұрандалар мен қозғалтқыштар, ал артқы жағында бір тұтқада екі соос қозғалтқышы орнатылған. Механикалық тұрғыдан алғанда, бұл трикоптерлерге қарағанда оңай, өйткені тарту және тарту механизмі жоқ .

5) Гексакоптер-6-Моторлы Мультиротор

Гексакоптерде 6 қозғалтқыш бар, әдетте бір-бірінен 60 градус қашықтықта симметриялы жақтауда, сағат тіліне қарсы және сағат тіліне қарсы үш қозғалтқыш/пропеллер жиынтығы бар.

Гексакоптерлер квадрокоптерлерге өте ұқсас, бірақ олар қосымша қозғалтқыштармен көбірек жүктеме сыйымдылығын қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, брондауды жақсарту бар: егер бір қозғалтқыш істен шықса, ұшақ қауіпсіз қону үшін әлі де тұрақты бола алады. Кемшілігі-олар әдетте үлкенірек және құрылыста қымбатырақ.

6) Октокоптер-8 Қозғалтқыш

Кәдімгі октокоптерде бір деңгейде 8 қозғалтқыш бар, төрт пропеллер жиынтығы сағат тілімен және сағат тіліне қарсы.

Алайда, қозғалтқыштардың көп болуы олардың көбірек ток тұтынатындығын білдіреді және сізге бірнеше қайта зарядталатын батареяларды алып жүру қажет болуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл қымбат болады.

3 Квадрокоптерді басқару жүйесінің компьютерлік моделін әзірлеу

3.1 Simulink көпөлшемді басқару объектісінің моделі

Квадрокоптердің механикалық бөлігінің компьютерлік моделін төрт блокқа бөлуге болады (3.1 сурет):

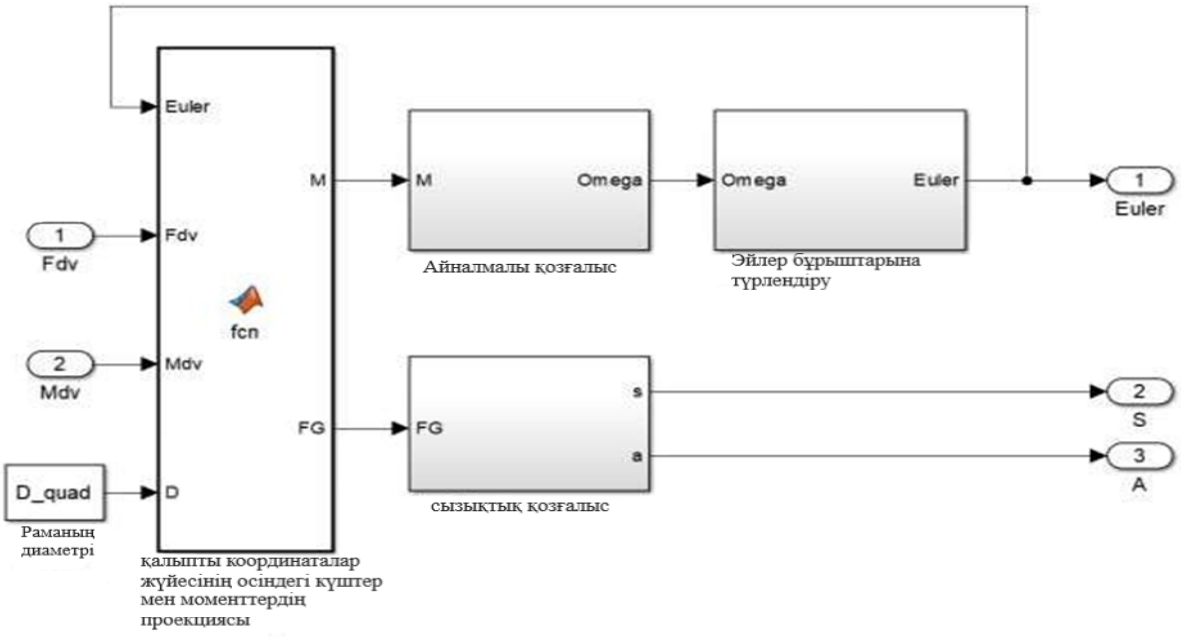
- күштер мен моменттерді есептеу;
- айналмалы қозғалыстар;
- квадрокоптердің кеңістіктегі бағытын анықтау;
- сызықтық қозғалыстар.

Күш пен моментті есептеу бірлігі қалыпты координаталар жүйесінің осінде қозғалтқыштар шығаратын жалпы күшті жобалайды (2.12 формуласын қараңыз), сонымен қатар квадрокоптерді негізгі координаттар жүйесінің осінің айналасында айналдыратын моменттерді есептейді (2.5 формуланы қараңыз).

Айналмалы қозғалыстар блогы Эйлер дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешеді (2.4 формуланы қараңыз). Оны шешу нәтижесінде квадрокоптердің негізгі координаттар жүйесінің айналасында бұрылу жылдамдығы туралы ақпарат аламыз.

Үшінші блок, бұрыштық жылдамдыққа негізделген, квадрокоптердің қалыпты координаттар жүйесіне қатысты бағытын анықтайды (2.3 формуланы қараңыз).

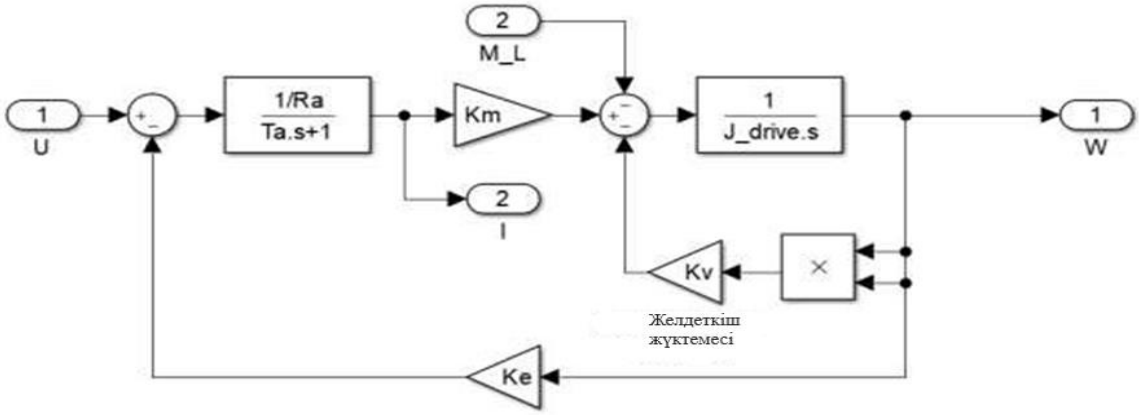
Соңғы блок, сызықтық орын ауыстырулар, дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешеді (2.2 формуласын қараңыз), ол координаталардың қалыпты жүйесіне қатысты үдетуді және орын ауыстыруды алуға мүмкіндік береді . Бұл қондырғы қозғалтқыштар жасаған күштердің проекциясы мен сыртқы әсерлерді ескереді.



3.1 сурет - Simulink-жүйенің механикалық бөлігінің моделі

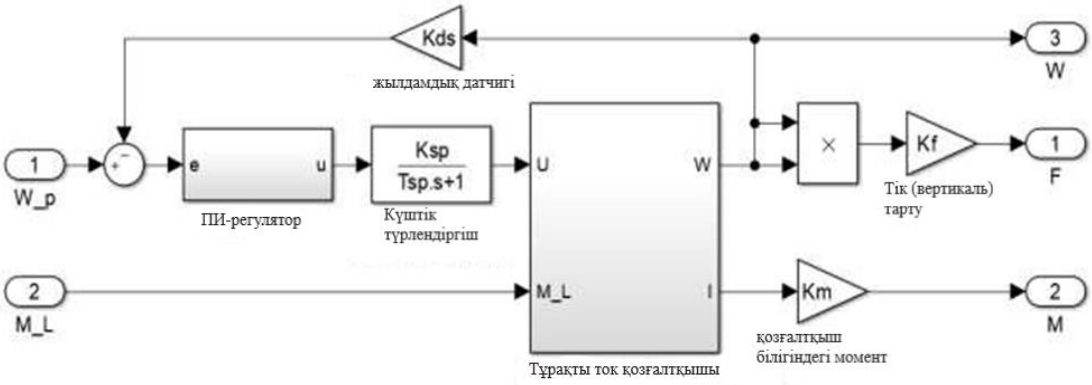
3.2 Simulink-жүйесінде жетектің моделі

Тұрақты токтың қозғалтқышының компьютерлік моделі (3.2 сурет) бұрын сипатталған құрылымдық сызбаға негізделген (2.1 сурет).



3.2 сурет - Simulink-тұрақты токтың қозғалтқыш моделі

Винт жетегінің компьютерлік моделі (3.3 сурет) жоғарыда қарастырылған құрылымдық схема негізінде салынған (2.2 сурет).



3.3 сурет - Simulink-бұранда жетегінің моделі

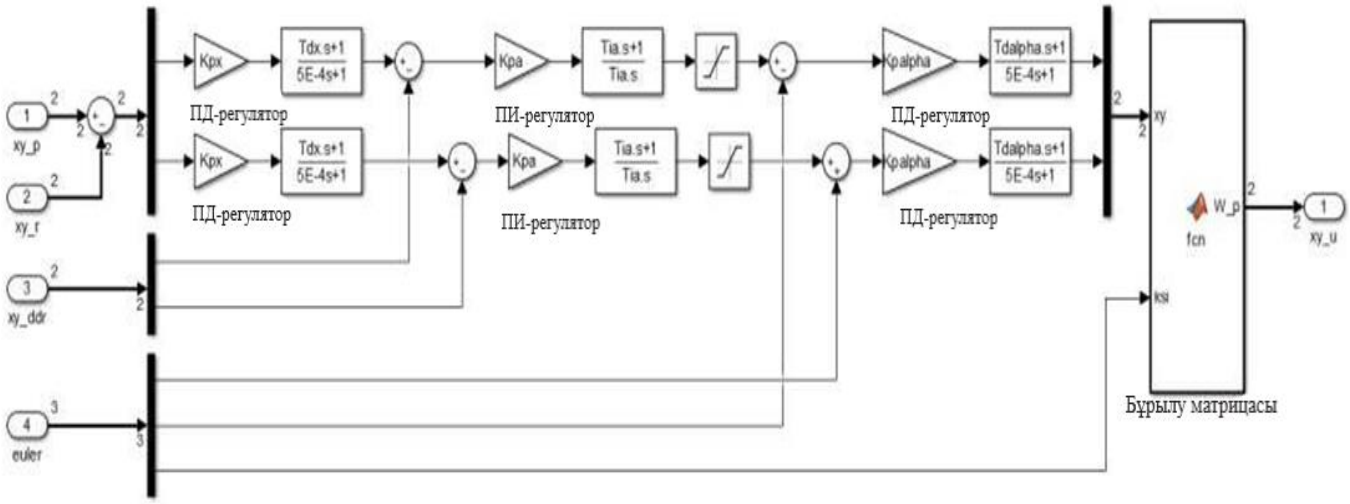
Модель қозғалтқыштардың қозғалысына, мысалы, температура немесе ауа-райының өзгеруіне байланысты әсерін ескереді.

3.3 Ұшу траекториясын реттеуіштің компьютерлік моделі

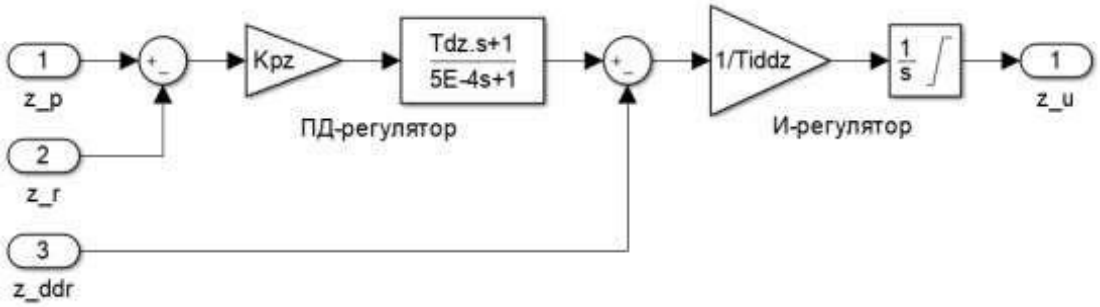
Көлденең жылжу реттеуішінің компьютерлік моделі (3.4 сурет) бұрын берілген құрылымдық сызбаға негізделген (2.4 сурет).

Simulink моделінің ерекшелігі - OZ осі айналу матрицасының болуы. Ол квадрокоптердің бағытына байланысты бұрыштық жылдамдықтардың дұрыс орнатылуын қамтамасыз етеді.

Ұшу биіктігі реттегішінің компьютерлік моделі (3.5 сурет) бұрын қарастырылған құрылымдық сызбаны толығымен қайталайды (2.5 сурет).



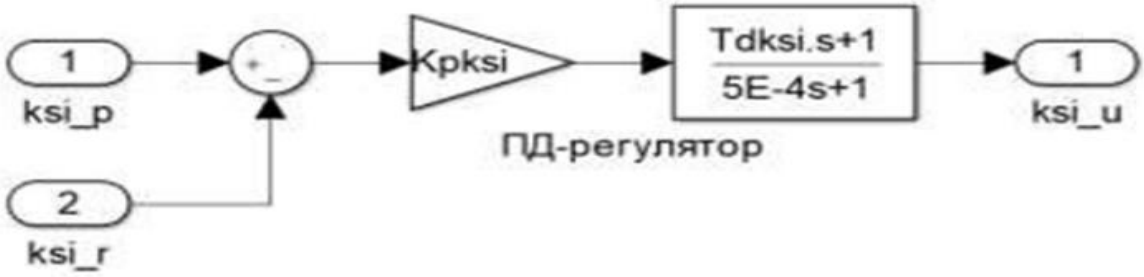
3.4 сурет -Simulink-тегі көлденең жылжу реттеуішінің моделі



3.5 сурет-Simulink-тегі ұшу биіктігін реттегіш үлгісі

Модельдің ерекшелігі - қанықтылығы бар интегратордың болуы. Бұл реттегішке терең қанықтыруға жол бермейді, сондықтан көтерілудің уақытша сипаттамасын жақсартады.

Рысканья реттеуішінің компьютерлік моделі (3.6 сурет) алдыңғы тарауда сипатталған құрылымдық схемаға негізделген (2.6 сурет).



3.6 сурет - Simulink-рысканья реттеуішінің моделі

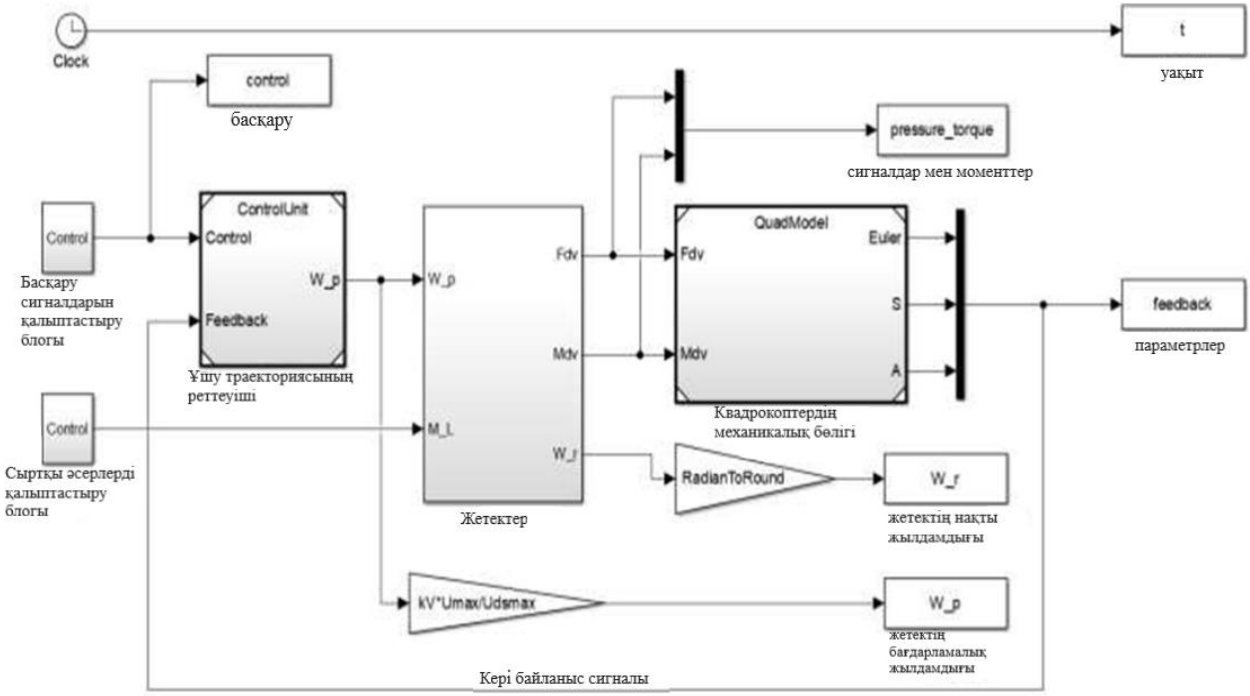
3.4 Квадрокоптердің басқару жүйесінің компьютерлік моделі

Жүйенің механикалық бөлігінің, жетектердің, реттегіштердің компьютерлік модельдерін жасау нәтижесінде квадрокоптердің басқару жүйесінің толық компьютерлік моделін құруға болады (3.7 сурет)

Модель бес негізгі блоктан тұрады:

- бақылау сигналдарының қалыптасуы;
- сыртқы бұзылыстардың пайда болуы;
- Ұшу траекториясын реттегіші;
- Жетек жүйелері;
- квадрокоптердің механикалық бөлігі.

Жоғарыда қарастырылмаған модельдің қалған блоктары тиісті мәліметтер массивінде жүйенің барлық параметрлерін өлшеу нәтижелерін жазу үшін қолданылады. Алынған мәліметтер жиынтығы талданады және оған уақыттың қажетті тәуелділігі жасалады.



3.7 сурет - Simulink-тегі квадрокотердің басқару жүйесінің моделі

4 Негізгі жұмыс режимдерінде басқару жүйесінің жұмысын зерттеу

4.1 Реттегіштердің коэффициенттерін таңдау

Жоғарыда айтылғандай, квадрокоптер моделін линеаризация нәтижесінде алғашқы жуықтау ретінде реттегіштердің оңтайлы параметрлері таңдалды. Болашақта квадрокоптердің компьютерлік моделін жасағаннан кейін параметрлер сызықтықсыз модельде реттелді.

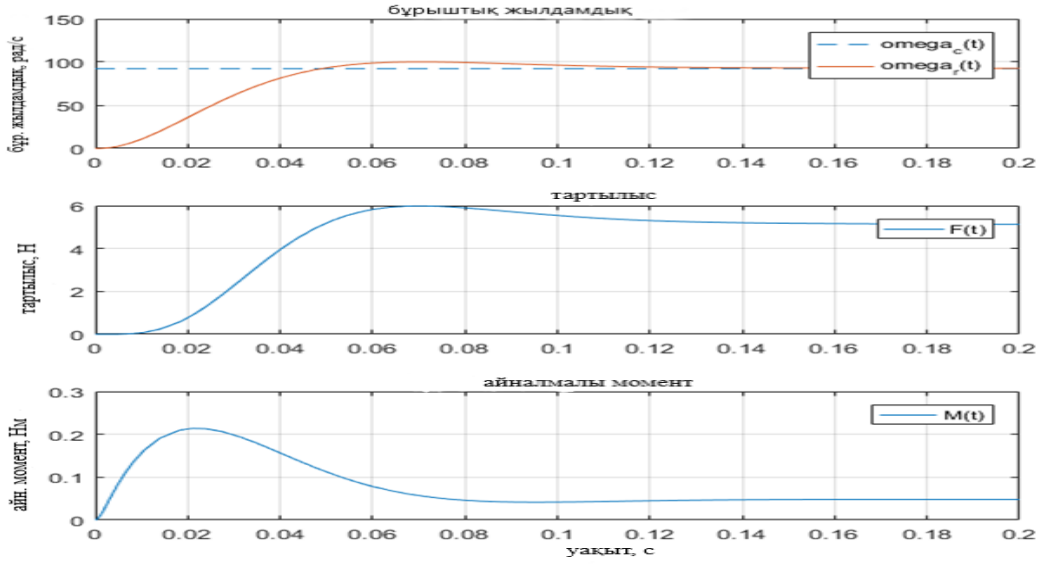
Реттегіштердің қорытынды параметрлері кейінгі модельдеумен есептеу арқылы қолмен таңдалғандықтан, олар оңтайлы емес деп айтуға болады.

Коэффициенттерді таңдаудың ұсынылатын тәсілі - кез-келген белгілі әдіспен көпөлшемді оптимизацияны жүргізу. Жүйе параметрлерінің қателік мөлшері бойынша ауытқуы, нақты модель компьютерлік модельден өзгеше болатындығына байланысты, нақты модельде ұқсас оптимизация жүргізуге болады.

4.2 Жетек динамикасының басқару жүйесінің жұмысына әсері

Квадрокөтергішті басқару жүйесінің жылдамдығы ең аз уақыт ішінде сыртқы жылдамдықты өңдеуге қабілетті бапталған жетектердің болуын болжайды. Бұл өз кезегінде қозғалтқыштардағы динамикалық моменттің көбеюіне әкеледі. Қозғалтқыштардағы айналмалы моменттердің шамалы айырмашылығы квадрокоптердің бұралуына алып келеді, демек, ұшу траекториясын бақылау міндеті қиындайды.

Сондықтан, жетек реттегішін баптау кезінде апериодқа жақын өтпелі сипаттамаға қол жеткізу ұсынылады. Қозғалтқыштардың қозғалыс жылдамдығындағы ауытқулар қозғалтқыш білігіндегі моменттің ауытқуына әкеледі. Жүйеде қолданылатын жетектердің өтпелі сипаттамасы 4.1 суретте көрсетілген.[7]

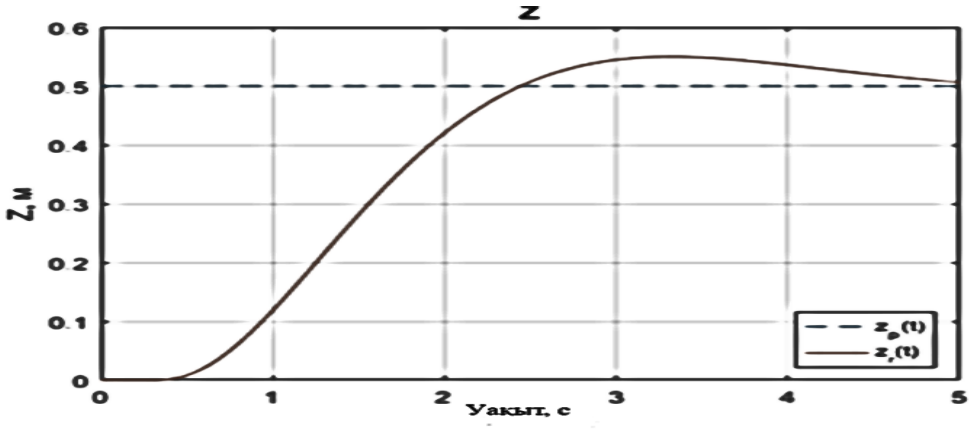


4.1 сурет - Жетектің уақыттық сипаттамалары

4.3 Квадрокоптердің ұшуы

Бірінші зерттелген жұмыс режимі - квадрокоптерді оператор көрсеткен биіктікке шығару (4.2 сурет). Өтпелі процесс кестесі бойынша квадрокоптердің тапсырманы орындау 5 секундтан астам уақыт алады деп айтуға болады. Бұл қозғалтқыштар жасаған тартылымдыққа байланысты. Ұшып көтеруді жеделдету үшін үлкен қуатты қозғалтқышты таңдауға болады.

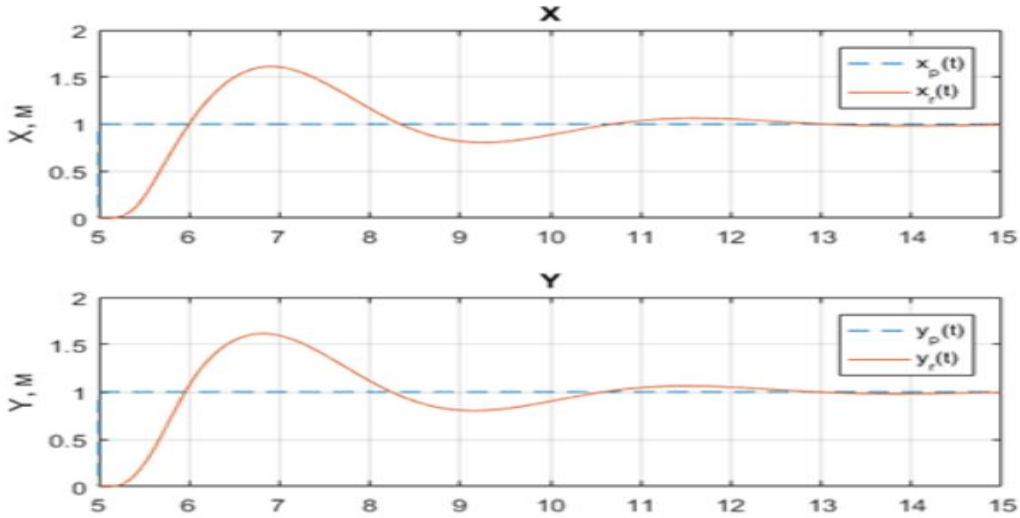
Реттеуіштердің таңдалған параметрлері қайта реттеуді төмендетуге мүмкіндік берді - ол шамамен 10 пайызға тең. Тербеліс процесі тез тоқтайды.



4.2 сурет - Квадрокоптердің берілген биіктікке көтерілуі

4.4 Көлденең жазықтықта маневр жасау

Көлденең жылжу реттегішінің коэффициенттерін таңдау биіктік реттегішіне қарағанда анағұрлым ауыр болды. Бұл реттеудің үш контурының болуымен байланысты. Нәтижесінде біз 4.3 суретте көрсетілген өтпелі процесті алдық. Бірінші келісу уақыты 1 секундқа тең. Квадрокоптердің берілген нүктенің жылдам жетуіне байланысты, 60 пайызға жуық күшті қайта реттеу және процестің айқын тербеліс бар. Өтпелі процесс 8 секунд алады.[7]

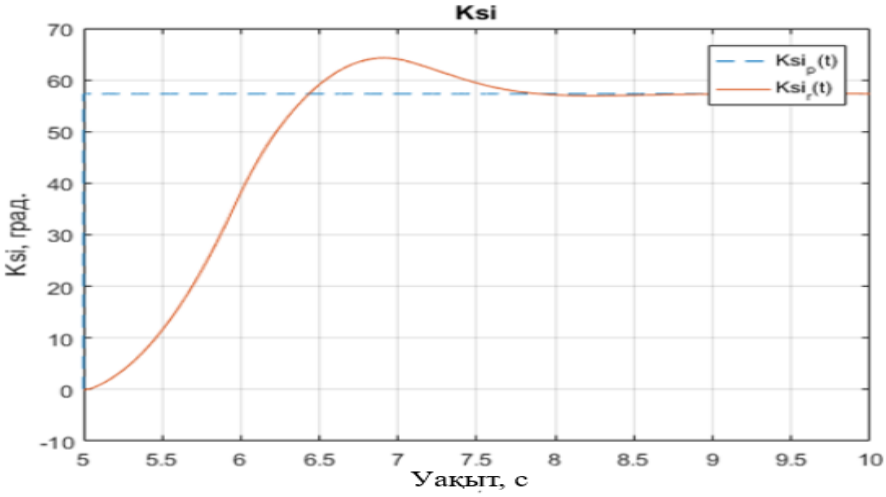


4.3 сурет - Көлденең жазықтықта маневр жасау

Ауыспалы процестің сапасын ең жақсы коэффициенттерді таңдау арқылы арттыруға болады. Бұл процесс арқылы реттеу мен тербелісті азайтуға болады.

4.5 Тік осьтің айналасында айналу

Рысканья бұрышын басқару жүйесі бір контурлы (2.6 сурет), сондықтан оның параметрлерін таңдау өте қарапайым болды. Өтпелі процесс уақыты 3 секунд (4.4 сурет). Өтпелі процесс тез өшеді. Қайта реттеу 12 пайызға тең.



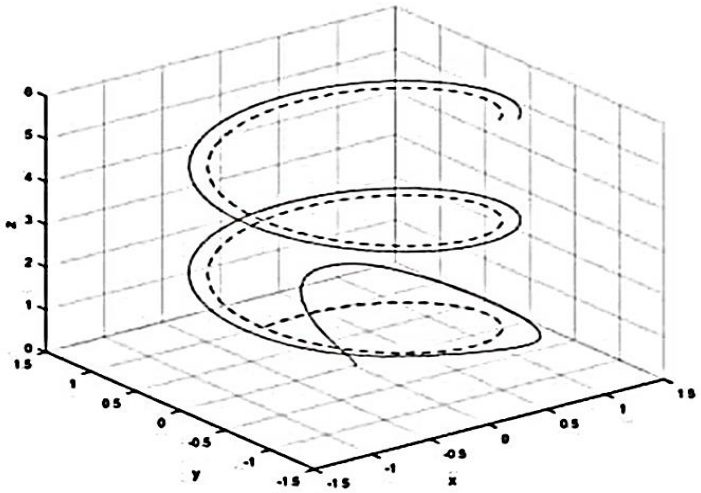
4.4 сурет - Квадрокоптердің тік ось айналасында айналуы

Ұсынылған барлық ұшу режимдерінің ішінде тік ось бойынша айналу ең жылдам.

4.6 Қозғалыстың(орын ауыстырудың) күрделі тапсырмасы

Әр түрлі жұмыс режимдерінде квадрокоптердің жұмысын модельдеу нәтижесінде жүйе тұрақты деп айтуға болады. Сонымен, келесі қозғалыс режимі барлық үш реттеуіштердің бірлескен жұмысы кезінде квадрокоптердің басқару жүйесінің әрекетін зерттеу мақсатында келесі қозғалыс әдісі күрделі жол бойымен қозғалыс болады.

Бағдарламаланған қозғалыс жолы - көлденең жазықтықта шеңберді біртіндеп өрлеу арқылы, сонымен қатар квадрокоптердің сипатталған шеңбердің ортасына біркелкі бұрылумен қозғалады (4.5 суретті қараңыз).[7]

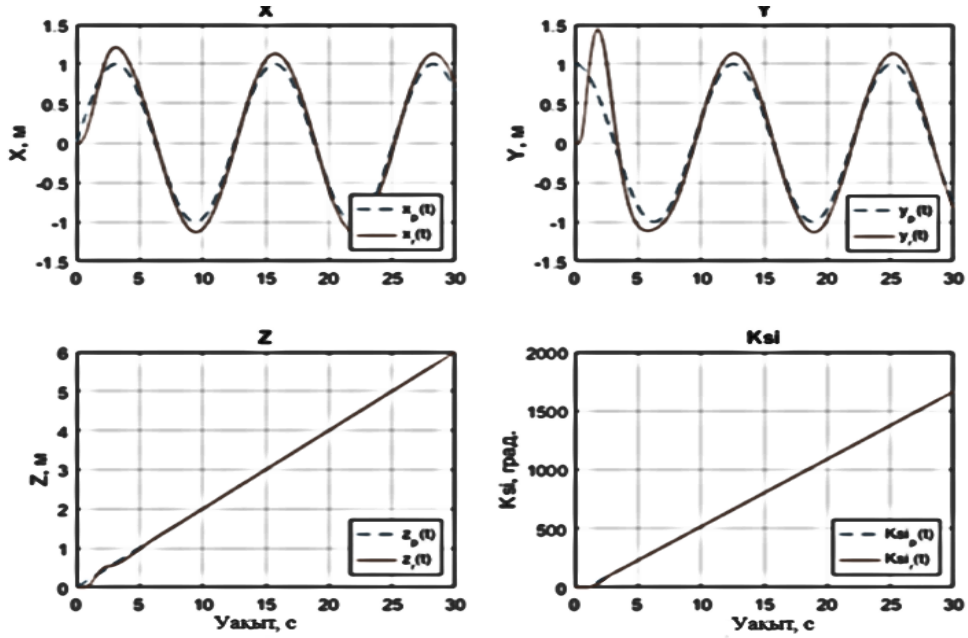


4.5 сурет - Квадрокоптерді үш өлшемді кеңістікте жылжыту

График бойынша квадрокоптер берілген траекторияны үздіксіз орындалуы көрсетілген.

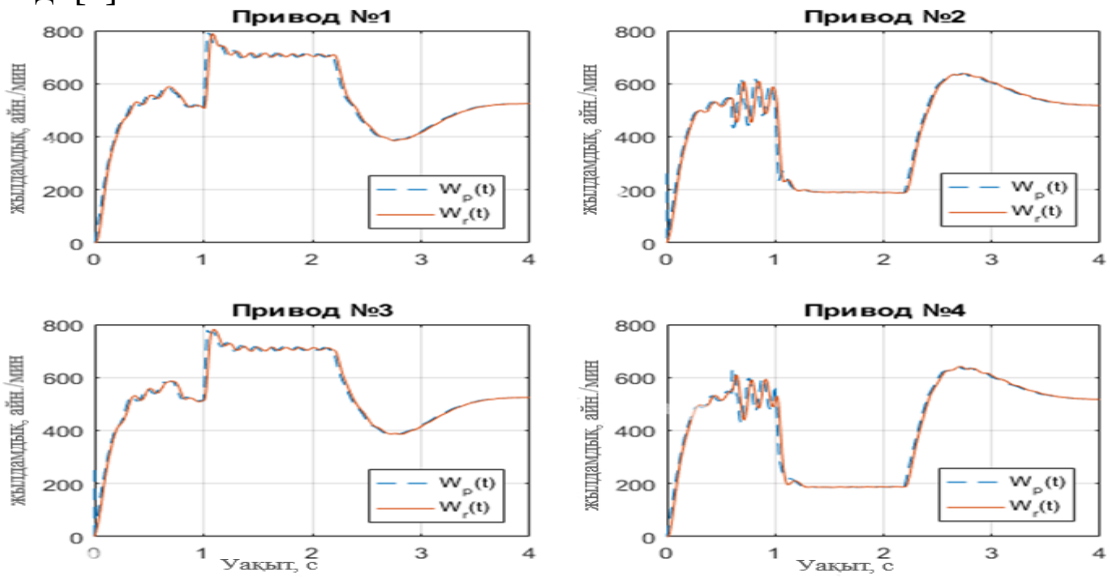
Басқарылатын координаттардың әрқайсысы бойынша өтпелі процесс графиктерін талдай отырып (4.6 сурет), жүйе статикалық қатесіз тік осьтің айналасына біркелкі жылдамдық жинағын және бұруды іске асырады деп айтуға болады.

Бұған дейін көлденең қозғалыстардың реттегіші жоғары тербелмелі екендігі көрсетілген (4.3 сурет). Бұл квадрокоптердің OX және OY осьтері бойымен қозғалысының графигінде байқалады. Айналу жиілігінің ұлғаюымен қозғалыстың нақты траекториясы амплитудалы бола түседі. Жиілік мәні неғұрлым төмен болса, квадрокоптер бағдарламаның жолын дәлірек орындайды.



4.6 сурет - Квадрокоптерді әр координат бойымен жылжуы

4.7 суретте квадрокоптер алдын ала белгіленген ұшу жолына жеткенде алғашқы бірнеше секундтағы жетектердің жылдамдықтарының уақытша сипаттамалары көрсетілген. Бұл уақыт аралығы ең күрделі болғандықтан таңдалды. Графиктерде жоғары жиілікті тербелістер бар, бұл реттеуіштердің тиісті баптауымен түсіндіріледі. Нәтижесінде жылдамдықтың мәні тұрақты күйге келеді.[7]



4.7 сурет - жетектердің бұрыштық жылдамдығы

5.1 Телеметриялық жүйе

Бұл тарауда басқару жүйесі, бағдарламалық жасақтама, электр және сымсыз байланыс бар. Бұл машинаны іске асыру үшін щеткасыз тұрақты электр қозғалтқышы, электронды жылдамдықты реттегіш (ESC), kk2 көп компьютерлік тақтасы және жоғары моментті Серво қозғалтқышы сияқты әртүрлі электрлік компоненттер қолданылды.

Қоршаған ортаның барлық бұзылыстарын ескере отырып, біз дронды басқару жүйесін жасадық. Бұл бөлімде барлығы кезең-кезеңмен сипатталған. - Сур. 5.7, 5.8 және 5.9 қисық, тангаж және иінді басқару жүйесін көрсетеді,

мұндағы

G1 = BLDC қозғалтқышының сол беріліс функциясы

G2 = қозғалтқыштың оң беріліс функциясы BLDC = G1

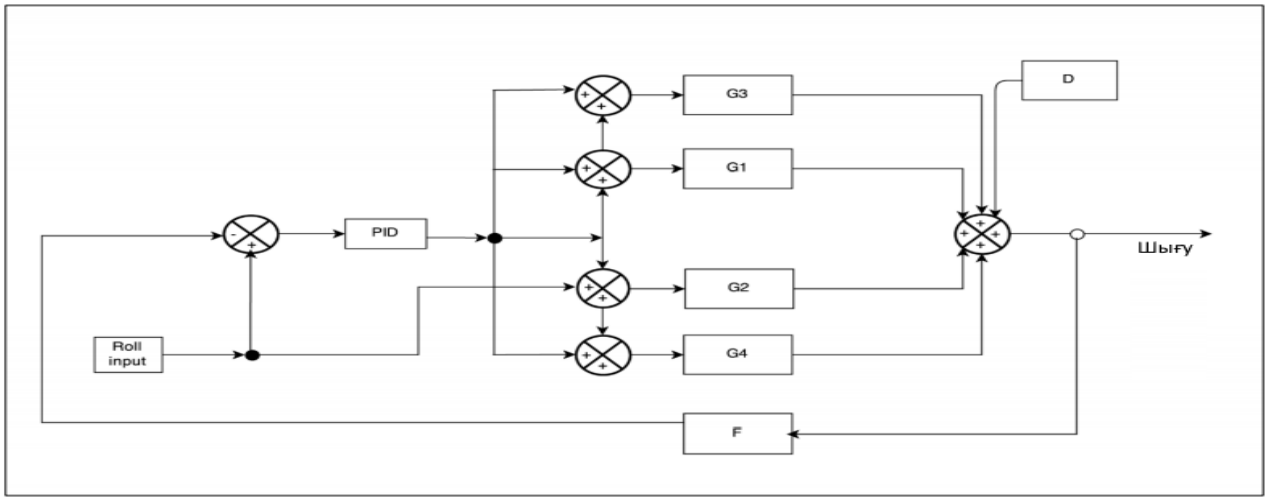
G3 = сервомотордың сол беріліс функциясы

G4 = сервомотордың оң беріліс функциясы = G3

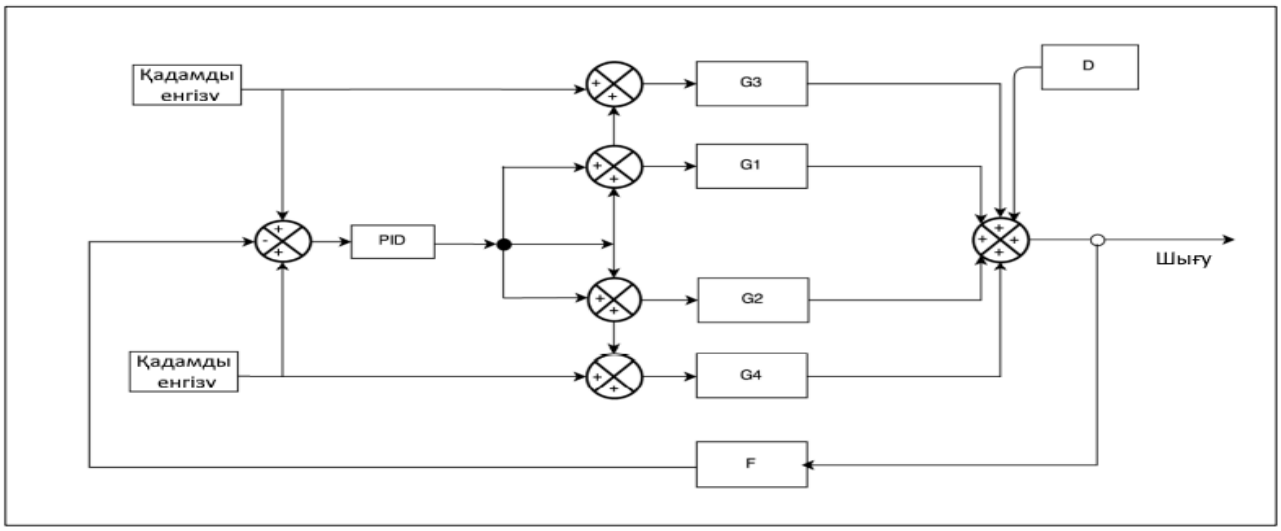
PI = контроллердің беріліс функциясы PI

d = Гаусс шуы (кедергі)

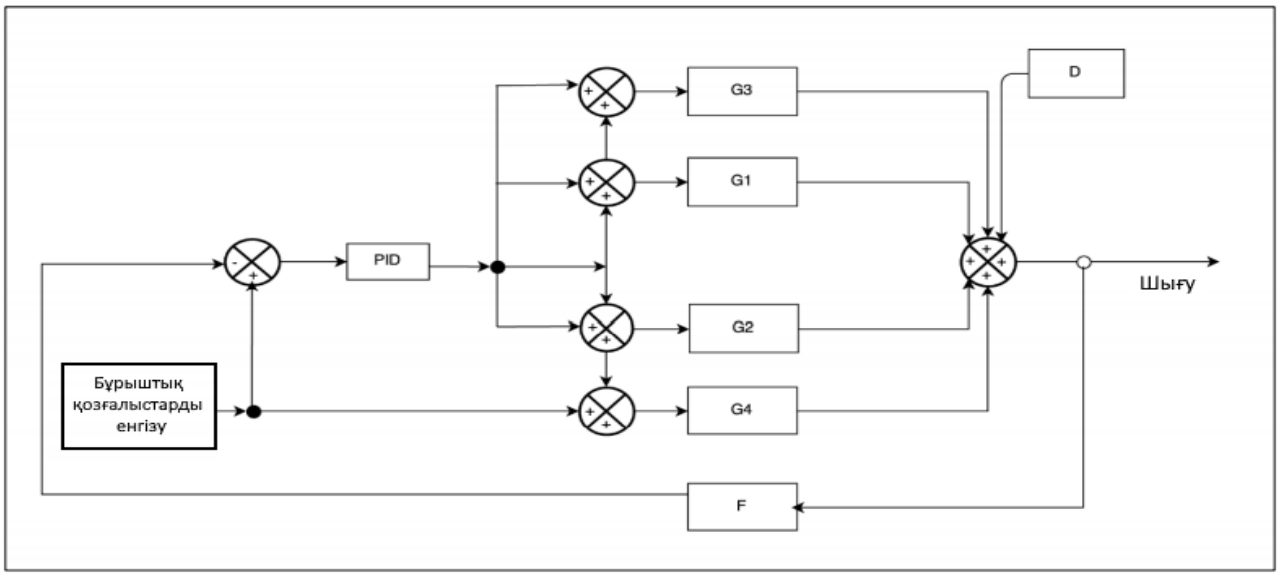
F = кері байланыс



Сурет 5.7-орамды басқару жүйесі



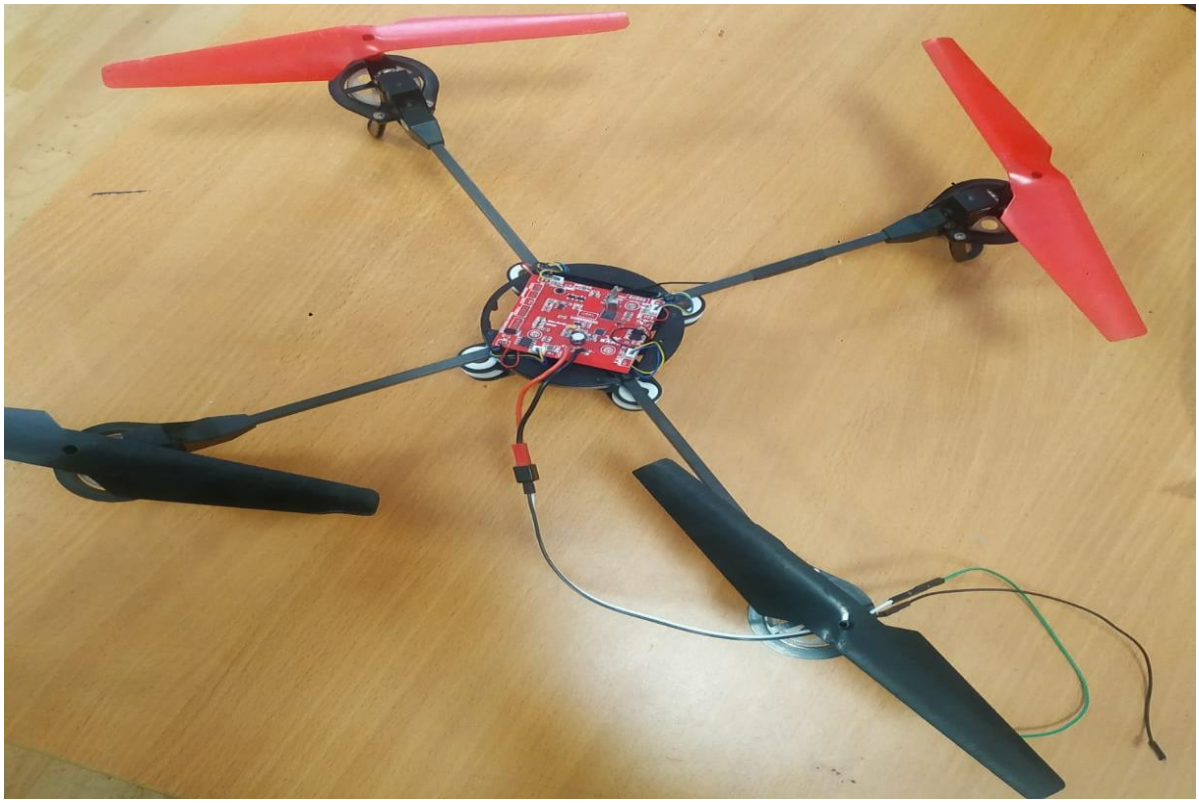
Сурет 5.8-қадам басқару жүйесі



Сурет 5.9-бұрыштық қозғалысты басқару жүйесі

5.2 суретте дронның 3D моделі көрсетілген.

Сурет 5.2- Дронның 3D моделі



6 Басқару жүйесіндегі техникалық құрылғыларына зерттеу жасау

6.1 Раманы таңдау

Рама таңдауда жүргізілетін негізгі параметрі оның өлшемі болып табылады. Өлшемі диагональ орналасқан қозғалтқыштар арасындағы қашықтық деп есептеледі. Осы қашықтыққа байланысты квадрокоптерді қолдану мүмкіндіктерін анықтайтын "кластарға" шартты түрде бөлуге болады.

Өлшемі 200 миллиметрге дейінгі Квадрокоптер балаларға арналған ойыншықтар ретінде немесе ұшу аппаратын басқаратын базалық оқыту үшін пайдаланылады. Мұндай квадрокоптерлер салмағы аз және радиусы аз болғандықтан көшеде қолдануға жарамсыз, ол шамамен 30 метр. Олар жүктеме көтермейді. Аккумуляторлар жалпы массаны төмендету үшін аз сыйымдылыққа ие болады.

Одан әрі раманың өлшемі 250 миллиметрге тең квадрокоптерлер бар. Мұндай квадрокоптарды көшеде пайдалануға болады. Қабылдау радиусы сәл ұлғайып, 50 метрге тең. Квадрокоптердің осы "класына" қосымша жабдық, мысалы, бейнетүсірілімге арналған шағын камера орнатуға болады. Сондай-ақ, бұл "класқа" үлкен жылдамдықта қозғалатын спорттық квадрокоптер кіреді.

Сапалы аэрофототүсірілім үшін 350 миллиметрлік өлшемді квадрокоптер қолданылады. Оған шағын камера сияқты өзінің құрылғысын орнатуға болады. Жоғары жиілікті таратқыштардың арқасында бұл ұшу аппараттары суретті толық рұқсатпен жіберуге қабілетті, сонымен қатар үлкен қашықтықта оператордан сигналдарды қабылдай алады.

Көлемі 550 және одан да көп миллиметрден тұратын рамалар ұшуда барынша төзімді, жергілікті жердің түсірілімінің ең жоғары сапасын алуға қабілетті. Аспалы жабдық ретінде салмағы бірнеше килограмға дейінгі құрылғылар пайдалануға болады, мысалы, кәсіби панорама түсіруге арналған SLR камера.

6.2 Қозғалтқыштар

Қозғалтқыштарды таңдау квадрокоптердің болашақ динамикасын анықтайды. Қазіргі уақытта нарықта қозғалтқыштардың үш түрі бар:

- коллекторлы;
- редукторы бар коллекторлы;
- коллекторсыз.

Коллекторлық қозғалтқыш шағын квадрокоптер үшін қолданылады. Оның негізгі артықшылығы – салмағы аз - бұл батарея қуатын азайтады. Кемшіліктері шағын дамитын тартқыштығы, сондай-ақ щеткалы байланыстағы жоғалтулар болып табылады. Бұл өз кезегінде қозғалтқыштың тез қызып кетуіне әкеледі. Жоғары температуралар қозғалтқыштардың осындай түрінің ұзақ мерзімділігіне теріс әсер етеді, сондықтан оларды жиі ауыстыруға тура келеді.

Редуктормен жабдықталған коллекторлық қозғалтқыш үлкен тартымдылықты дамытуға қабілетті. Оны үлкен квадрокоптерге орнатуға болады. Кемшіліктері коллекторлық қозғалтқышпен бірдей. Беріліс қорабының болуы мұндай қозғалтқыштардың сенімділігін қосымша төмендетеді, өйткені мұндай квадрокоптерді тұрақтандыру кезінде жылдамдық сілтемесі үнемі өзгеріп, тістері жылжып отырады. Сондықтан жұмыс істемей қалуының негізгі себебі редуктордың істен шығуы болып табылады.

Квадрокоптердің қымбат модельдеріне коллекторсыз қозғалтқыштар орнатылады. Негізгі кемшілігі – салмағы үлкен болуы. Қылшықтар мен редуктордың жоқтығынан сенімділікті коллекторлы қозғалтқыштардың артықшылықтарынан ажыратуға болады, сондай-ақ дамыған тартқыштан, осы типтегі қозғалтқыштармен жабдықталған квадрокоптерлер өзінен басқа қондырмаларды көтере алады.

6.3 Аккумуляторлы батареялар

Квадрокоптердің үлкен маневрлілігі үшін батареяның салмағы аз болуы керек. Сондай-ақ, жоғары режимдердегі қозғалтқыштар үлкен токтарды, шамамен 100 А тұтынады. Литий-полимерлі аккумуляторлар оңтайлы сипаттамаларға ие.

Жоғарыда аталған артықшылықтардан басқа, литий-полимерлі аккумуляторлардың өздігінен заряды аз, жад әсерінің болмауы, жұмыс температурасының үлкен диапазоны және разряд кезінде аздап кернеудің төмендеуі бар. Кемшіліктерге зарядтың ең жоғарғы тығыздығын, жұмыс циклдерінің аз санын және өрт қауіптілігін жатқызуға болады.

Квадрокоптер үшін батареяны таңдағанда оның үш сипаттамасын ескерген жөн:

- сыйымдылық;
- разряд деңгейі;
- кернеу.

Батарея ұяшықтарының санына байланысты болады. Литий-полимерлі батареяның бір ұяшығының кернеуі шамамен 3,7 В құрайды. Тиісінше, ұяшық неғұрлым көп болса, кернеу соғұрлым көп болады. Коммерциялық сатылымдарда аккумуляторлар: 1S, 2S, 3S және 4S деп белгіленген. 1S - кернеуді 3,7 В, 2S - 7,4 В, 3S - 11,1 В, 4S - 14,8 В құрайды.

Батарея қуаты ампер-сағатта жазылады. Қуаттылықты арттыру үшін батареяларды параллель қосуға болады, бірақ бұл жағдайда жүктеме көлемі батареяның салмағына азаяды.

Разрядтау рейтингі максималды разрядтық ток сыйымдылықтан қанша артық екенін көрсетеді. Мысалы, сыйымдылығы 3 А/сағ батарея үшін "30-40С" мәні 90-120А қысқа мерзімді ток бере алатынын білдіреді.

6.4 Жылдамдықты реттегіштер

Жылдамдық реттегішін таңдау кезінде мыналарды ескеру қажет: қозғалтқышпен тұтынатын ең жоғары ток, сондай-ақ аккумулятор

батареясының кернеуі. Максималды берілетін тоғы қозғалтқыш тұтынатын тоқтан 10-20 пайызға жоғары батареяны таңдаған жөн. Номиналды кернеу аккумулятор батареялары беретін кернеуге тең немесе одан көп болуы тиіс.

6.5 Датчиктер

Квадрокоптерді басқару жүйесінің дұрыс жұмыс істеуі үшін кері байланыс датчиктерінің жиыны болуы қажет. Жобаланған басқару жүйесінде келесі датчиктер қолданылады:

- Гироскоп;
- Акселерометр;
- GPS-қабылдағыш;
- Сонар.

Гироскоптан алынған деректер кеңістіктегі квадрокоптердің бағдарын анықтайды. Датчиктің шығу бұрышы: крен, тангаж және рысканье.

Акселерометр координаттардың базалық жүйесінде декарттық осьтердің әрқайсысы бойынша үдеуді қалыптастырады. Одан әрі жеделдету гироскоптан алынған деректерді пайдалана отырып, координаталардың қалыпты жүйесінің осіне жобаланады.

GPS-қабылдағыш абсолюттік координаттар жүйесінде кеңістіктегі квадрокоптердің координаттарын алады. Одан кейін, квадрокоптер ұшқан кезде, бастапқы координат бекітіліп, соған байланысты одан әрі есептеу жүргізіледі.

Ұсынылған датчиктерді көптеген өндірушілер микросхемалар түрінде шығарады, мысалы, STMicroelektron. Оның негізгі сипаттамалары - өлшеу диапазоны және разрядтылығы болып табылады.

Сонарлар төмен биіктікте немесе көптеген объектілер арасында квадрокоптерді маневрлеу үшін қолданылады. Сонар ретінде ультрадыбыстық қабылдағышты , таратқышты пайдалануға және жоғары жиілікті сигнал беру мен қабылдау арасындағы ұзақтықты өлшеуге болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жобаның басты мақсаты бірнеше бақылау мақсатында пайдаланылатын және жеңіл салмақты өнімдерді жеткізетін Дрон жасау болды. Дронды басқару үшін 2,4 ГГц радиожиілікті таратқыш, қабылдағыш, микроконтроллер, электронды жылдамдық реттегіш, щеткасыз тұрақты ток қозғалтқышы және серво-мотор қолданылды.

Болашақ жетілдірулер. Біріншіден, қуат мәселесі бірінші кезекке шықты. Шығарылған прототип толық зарядталған батареямен 25-30 минутқа дейін ұшады. Алайда, біз мұндай мәселелерді қуатты аккумуляторлар мен қозғалтқыштарды пайдалану арқылы жеңе аламыз, бірақ бұл жалпы шығынның шамамен 52% -ын құрайды. Екіншіден, ұшақтың жоғары бұрылу бұрышы 45º құрайды. Егер 45º артық айналу болса, онда ол басқаруды жоғалтты.

Квадрокоптердің басқару жүйесінің жұмысын зерттеу оның дамуын ерте сатысында тексеруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әр түрлі модельдеуді жүзеге асыру үшін, жүйеге кері байланыс датчиктерін өлшеу қателіктерін қоса, жүйенің өз жұмысына және сыртқы әсерлерге байланысты шуылдарды енгіздік.

Бұл жұмысты көміртекті талшықтан жасалған дәл механикалық құралдарды қосу арқылы жақсартуға болады. Сонымен қатар, PID параметрлерін дәлірек анықтау үшін PID-ті баптаудың жаңа әдістері (генетикалық алгоритмдерді қолдану) оңтайлы мәндер үшін қолданыла алады. Екінші жағынан, ұшу ұзақтығын арттыру үшін 5000 мАч болатын 5 ұяшықты Li-Po батареяларын пайдалануға болады және діріл эффекттерін жою және тұрақты ұшу үшін діріл сіңіргішті қосу қажет.

Дамымаған аймақтарда зертханалық қол жетімділікті арттыру қажеттілігі нәтижесінде дронға негізделген үлгі және дәрі-дәрмекті жедел тасымалдау тұжырымдамасы енгізілді. Ұқсас шешімдердің болашақта іске асырылуын бағалауға көмектесетін негіз құру үшін жеткізілімдердің жаңа перспективалары мен баламалы түрлері зерттелді. Үлгілерді, ARV’s және POC құрылғыларын тасымалдау үшін дрондарды пайдалану туралы ұсынылған тұжырымдаманың зертханалар мен клиникалардың қызмет ету ауқымын ұлғайтуға мүмкіндігі бар және зертханалардың айналым уақытына үлкен әсер етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] D. C. L. Кристен Бун, "кепілдеме талабы және ұшқышсыз ұшқыштарды іздеу", ұшқышсыз ұшқыштарды ішкі пайдалану саласында, АҚШ, Оксфорд университетінің баспасы, 2014, 228 бет.

[2] В. Витто, "DARPA Инвестициялық стратегиясы бойынша қорғаныс ғылымы кеңесінің Жұмыс тобының есебі", DARPA, Вашингтон, Колумбия округі, 1999 жылғы шілде.

[3] Мэтт Паркер, "Квадрокоптер", Колорадо университеті, Форт Коллинз, Колорадо 80523, 2012.

[4] Дж.П. Кэмпбелл, тік ұшу және қону ұшағы, Нью-Йорк: Макмилланның компаниясы, 1962.

[5] Дж. Коэн, "ұшқышсыз тыңшы ұшақ Калифорния өрттерімен күресуге көмектеседі", Ғылыми журнал, 318 том, № 5851, 727 бет, 2007.

[6] м.р. Робертс, "өрт сөндіруге арналған 5 ұшқышсыз технология", өрт сөндіру бөлімінің бастығы, 2014 жылғы 20 наурыз. [Онлайн]. Қол жетімді: http://www.firechief.com/2014/03/20/5-drone-technologies-firefighting/. [өтініш беру күні 2015 жылғы 4 сәуір].

[7] O. J. Oludayo, "PID-щеткасыз тұрақты қозғалтқышты басқару және MATLAB®/SIMULINK® көмегімен роботтың траекториясын жоспарлау және модельдеу", Аалто университеті, Финляндия, 2009.

[8] Д.Андрисани, "Futaba s148 Simulink сервопривод модельдері", Пурдю университеті, 6 мамыр 2011 ж. [Онлайн]. Қол жетімді: https://engineering.purdue.edu / ~andrisan/Courses/AAE451%20Fall2000/Servo.html. [өтініш беру күні 3 1 қаңтар 1015 жыл].

[9] J. E. L. Charles E. Dole, ұшу теориясы және аэродинамика .

[10] Сыни Ерік-Жігерге Жететін" Дрондар " [Онлайн]. Қол жетімді: http://www.reachingcriticalwill.org/resources/fact-sheets/critical-issues/6737-drones. [өтініш беру күні 2015 жылғы 4 наурыз].

[11]" BLDC қозғалтқышы", Emax, [Онлайн]. Қол жетімді: http://www.emaxmodel.com/. [өтініш беру күні 2015 жылғы 25 сәуір].

[12] Аэро, С. (2019). Пилотсыз ұшу аппараттарының көмегімен вакциналар мен дәрі - дәрмектерді тасымалдау-Вануату. Мельбурн: Aero Svup.

[13] Әліпби. (2019). Квинслендтегі ұшқышсыз ұшақтардың ықтимал әсері. Сидней: Әліпби.

[14] Амазонка. (2020). Прайм-Эйр. Amazon-дан алынған: https://www.amazon.com/Amazon-Prime Air / b?ie=UTF8&node=80377200

[15] Бойзен, Н., Брискорн, Д., Федтке, С., & Швердфегер, С. (2018). Жүк көліктерінен дрондарды жеткізу: жүк көліктерінің берілген бағыттары үшін дрондарды жоспарлау. Уайли

[16] Chiang, W.-C., Li, Y., Shang, J., & Urban, T. L. (2019). Ұшқышсыз ұшу аппараттарын жеткізудің тұрақтылығы мен құнына әсері: көлік құралдарының қозғалыс бағытын оңтайландыру арқылы ұшқышсыз ұшу аппараттарының әлеуетін іске асыру. Эльзевир, қолданбалы энергия, 1164-1175.

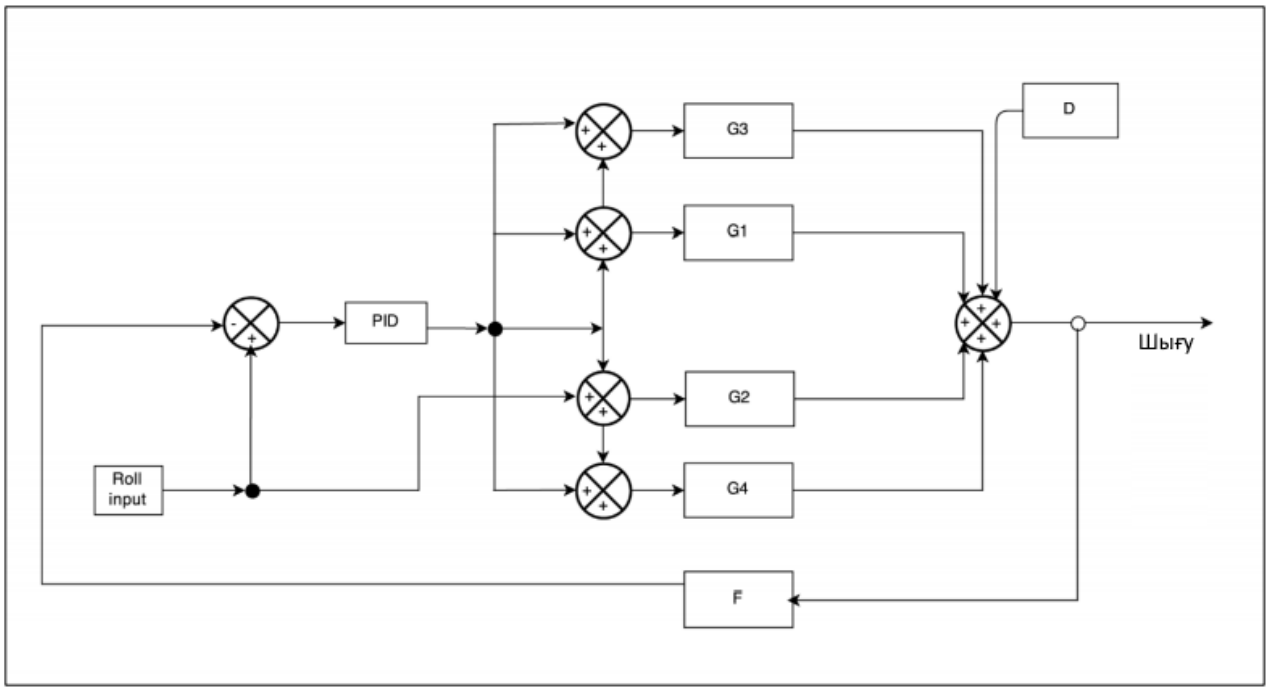
[17] Фиглиоцци, М.А. (2017). Ұшқышсыз ұшу аппараттарымен (дрондармен) CO2e шығарындыларын бағалау және өмірлік циклды модельдеу. Elsevier Transportation Research Part D, 251-261.

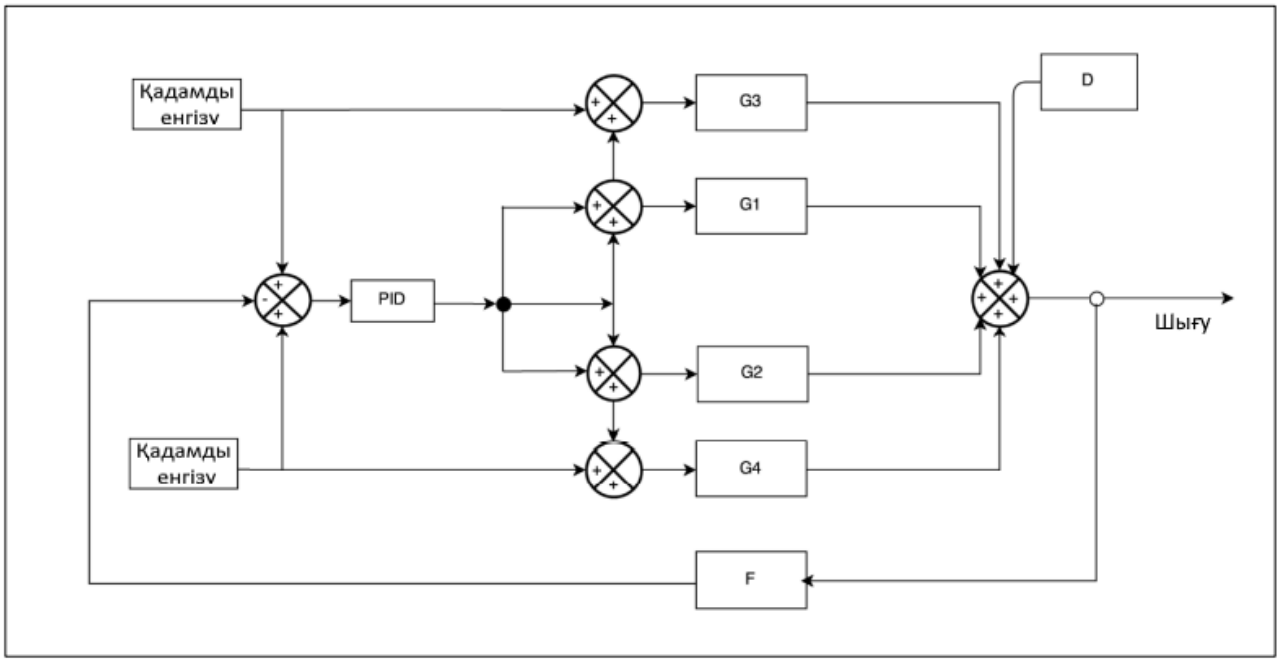
[18] Goodchild, A., & Toy, J. (2018). Ұшқышсыз жеткізу: жеткізу саласында CO2 шығарындыларын азайту үшін ұшқышсыз ұшу технологиясын бағалау. Elsevier, Transportation Research Part D , 58-67.

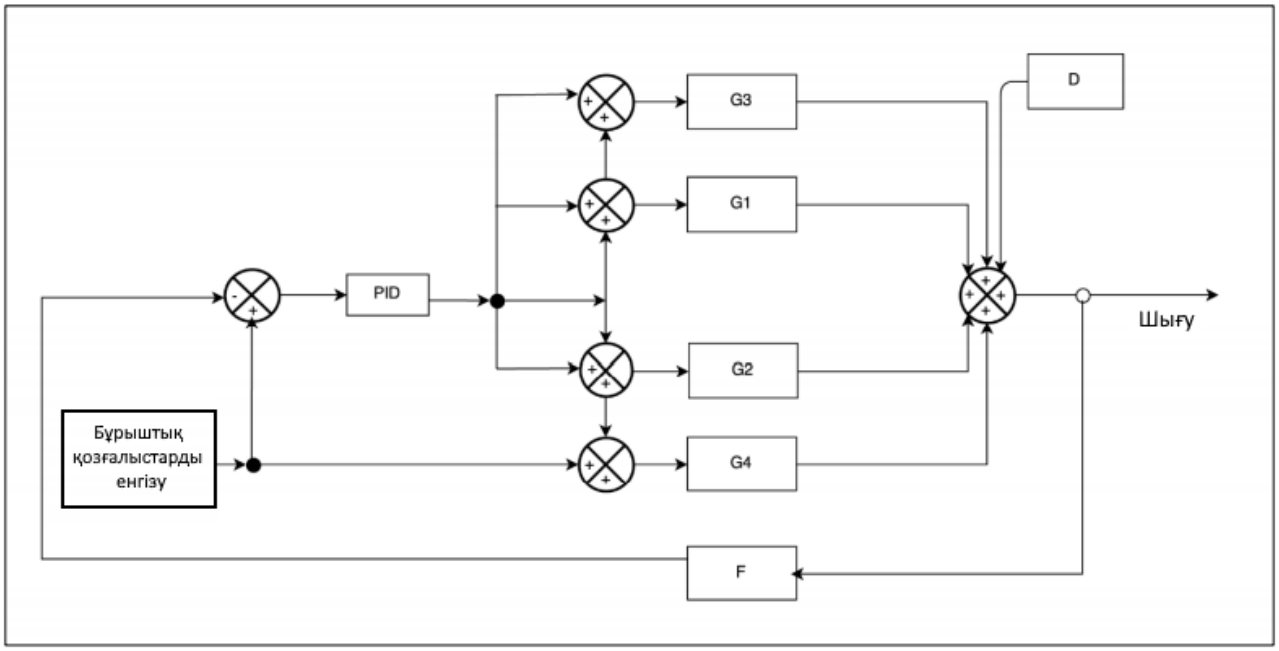
[19] Койванит, Дж. (2018). Keai Advences in Climate Change Research 9, 201-207 онлайн-сатып алу жүйесінде дронды жеткізудің қоршаған ортаға әсерін талдау.

[20] Столарофф, Дж. К., Самарас, К., О ' Нил, Э. Р., Люберс, А., Митчелл, А. С., & Цеперли, Д. (2018). Пакеттерді коммерциялық жеткізу үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарының өмірлік циклінде энергияны пайдалану және парниктік газдар шығарындылары. Табиғатпен байланыс.

ҚОСЫМША А




Қадамды енгізу
G3
D
G1
PID
Шығу
G2
Қадамды енгізу
G4
F


G3
D
G1
PID
Шығу
G2
Бұрыштық қозғалыстарды енгізу
G4
F