ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Мамаз Жансая Ақылбайқызы

«CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В074600 – Ғарыш техникасы және технологиялары

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
_____ Таштай Е.
«27» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері»

5В074600 – Ғарыш техникасы және технологиялары

Орындаған: Мамаз Жансая Ақылбайқызы

Пікір беруші
Г.Даукеев атындағы АЭБУ
ҒИ каф. меңгерушісі,
PhD
_____ С. Төлендіұлы
«25» _____ 2022 ж.

Ғылыми жетекші
Қ.И.Сатбаев атындаағы ҚазҰТЗУ ЭТжҒТ каф. меңгерушісі, т.ғ.к
_____ Е.Таштай
«25» _____2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

"Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар" кафедрасы

БЕКІТЕМІН
Электроника,
телекоммуникация және
ғарыштық технологиялар"
кафедрасының меңгерушісі
_____ Таштай Е.
"21" XII 2021 ж

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Дипломшы Мамаз Жансая
Тақырыбы: "CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері "
Университет ректорының «24» желтоқсан 2021 жылғы №_489-ПӨ бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты *тапсыру мерзімі "30 " сәуір 2022.*
Дипломдық жұмыстың *бастапқы деректері:* 1. ИСО / DIS 17770 халықаралық стандарт талаптары Cubesat ғарыш жүйелері-спутниктері; 2.ИСО талаптары 15887-2013 Ғарыштық деректер және ақпарат беру жүйелері – деректерді шығынсыз сығымдау. 3. ИСО талаптары 15893-2010-ғарыштық байланыс. Хаттама сипаттамасы (TCP). Көлік ХАТТАМАСЫ (TCP-TP) 4. Ақпаратты беру жылдамдығы кемінде 38 кБ/сек ; 5. Радио кешенінің жиілік диапазоны 300-450 МГц.
Графикалық материалдың тізбесі: - диссертация материалдарын графикалық материалдың 30 слайдында көрсету;
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:
1. ИСО 13537-2010 Ғарыштық деректер және ақпарат беру жүйелері-Ғарыштық деректер үшін эталондық архитектура;2. ИСО 15887-2013 Ғарыштық деректер және ақпарат беру жүйелері - деректерді шығынсыз сығымдау; 3. ИСО 15893-2010-ғарыштық байланыс. Хаттама сипаттамасы (TCP). Көлік протоколы (TCP-TP); 4.Скольник М. радарлық құрылғылар мен жүйелер . Т. 3, м., "Советтік радио", 1979 ж. – 264 б;5.Ridenour L.N. Radar system Engineering, - 770; р Л. м. Невдяев, А. А. Смирнов жеке спутниктік байланыс, М. Эко-Тренд, 199-215 с; 6.Виницкий а. с. планетааралық ға радиожүйелері, М., Радио және байланыс, 1993 – 132.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескертпе
1. CubeSat стандартты микросеріктердің дамуы мен миссиясына шолу	1.09.2021-30.01.2022	Орындалды
2. CubeSat құрылымы мен құру принциптері	1.02.2022-28.02.2022	Орындалды
3. CubeSat ресурстарының экономикалық негіздемесі және есебі	01.03.2022-15.04.2022	Орындалды
4. Дипломдық жұмысты жазу	15.04.2022-30.04.2022	Орындалды

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер Т.А.Ә (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
CubeSat стандартты микросеріктердің дамуы мен миссиясына шолу	Таштай Е.ЭТжҒТ каф. меңгерушісі, т.ғ.к.	28.01.2022	
CubeSat құрылымы мен құру принциптері	Таштай Е.ЭТжҒТ каф. меңгерушісі, т.ғ.к.	15.02.2022	
CubeSat ресурстарының экономикалық негіздемесі және есебі	Таштай Е.ЭТжҒТ каф. меңгерушісі, т.ғ.к.	10.04.2022	
Норма бақылау	Ибекеев С.Ә.ЭТжҒТ каф.лекторы, т.ғ.м	26.05.2022	

Ғылыми жетекші _____ Таштай Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Мамаз Ж.А.

"5" 12 2021

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста спутниктің миссиясына жалпы шолу жасалады, дамуы, құрылымы қаралады. CubeSat ресурстарының экономикалық негіздемесі талданылады және есептеу жүргізіледі. Қазақстандағы наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі жайлы жазылады.

Дипломдық жұмыс, кіріспеден, негізгі 5 бөлімнен және қорытындыдан құралған.

Кіріспеде жалпы спутникке анықтама беріле келе, жұмыстың жалпы зерттейтін тақырыптарына сілтеме ақпарат беріледі.

Негізгі бөлімде, CubeSat стандартты микросеріктердің дамуы мен миссиясына шолу жасалады, спутник құрылымы мен құру принциптері, әзірлеу, жобалау, бағдарлау және тұрақтандыру жүйесі, телеметриялық ақпаратты беру жүйесін құру принциптері, Қазақстандық наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі аталып өтеді.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе дается общий обзор миссии спутника, рассматривается его разработка, структура. Анализируется экономическое обоснование ресурсов CubeSat и производится расчет. Будет рассказано об опыте разработки наноспутников в Казахстане.

Дипломная работа состоит из введения, 5 основных разделов и заключения.

Во введении дается ссылка на общие темы работы, а также дается ссылка на общие темы работы.

В основной части будет дан обзор развития и миссии стандартных микросхем CubeSat, отмечены структура и принципы построения спутника, разработка, проектирование, система ориентации и стабилизации, принципы построения системы передачи телеметрической информации, опыт разработки казахстанских наноспутников.

ANNOTATION

The thesis gives a general overview of the satellite's mission, discusses its development, structure. The economic justification of CubeSat resources is analyzed and the calculation is made. It will be told about the experience of developing nanosatellites in Kazakhstan.

The thesis consists of an introduction, 5 main sections and a conclusion.

The introduction provides a reference to the general topics of the work, as well as a reference to the general topics of the work.

In the main part, an overview of the development and mission of standard CubeSat chips will be given, the structure and principles of satellite construction, development, design, orientation and stabilization system, principles of building a telemetry information transmission system, experience in the development of Kazakh nanosatellites will be noted.

МАЗМҰНЫ

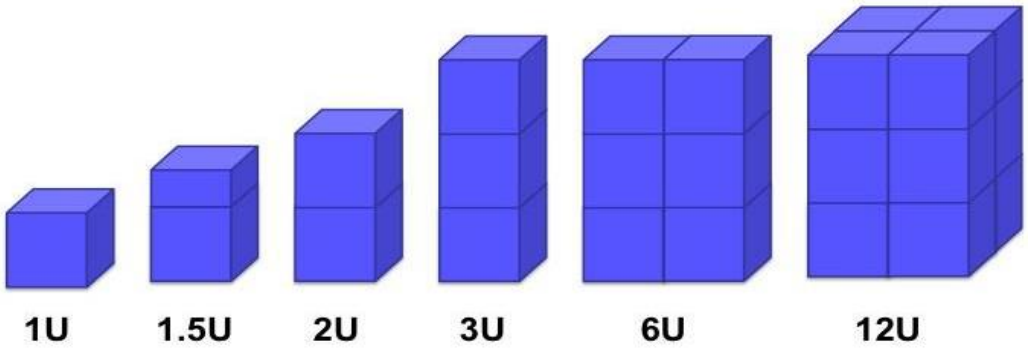
Кіріспе		8
1	CubeSat стандартты микросеріктердің дамуы мен миссиясына шолу	10
2	CubeSat құрылымы мен құру принциптері	15
3	Cubesat бағдарлау және тұрақтандыру жүйелерін әзірлеу және жобалау	21
4	Телеметриялық ақпаратты беру жүйесін құру принциптері	23
5	Қазақстандық наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі	28
6	CubeSat ресурстарының экономикалық негіздемесі және есебі	35
Қорытынды		47
Қысқартылған сөздер тізімі		48
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі		49

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта Қазақстанда және шетелде габаритті ҒА орнына наноспутниктерді пайдалану үрдісі дамуда. Осылайша, наноспутниктердің бүкіл жұмыс жүйесі өзгере бастады. Осындай наноспутниктердің бірі CubeSat стандартты спутниктері.

CubeSat(Cube Satellite - кубтық спутник) - модульдік текше пішіндегі шағын спутниктер, көлемі 10 см^3 және массасы 10 кг-ға дейінгі наноспутниктерді қамтиды. Белсенді өмір сүру уақыты бірнеше жылға дейінгі уақыт аралығын қамтиды.

CubeSat спецификациялары өлшемдері: 1U 10×10×10см және салмағы 1кг, оның конструкциясы бір CubeSat спутнигінің қаңқасынан тұрады, 2U өлшемі 10×10×20см және салмағы 2 кг және одан да көп спутниктерді жасауға мүмкіндік береді, олардың конструкциясы екі CubeSat спутнигінің қаңқасынан тұрады, 3U өлшемі 10×10×30 см, салмағы 3 кг немесе одан көп, оның конструкциясы үш CubeSat спутнигінің жақтауынан тұрады.



1 Сурет-CubeSat өлшемдері

CubeSat өзінің салыстырмалы төмен құны мен әзірлеудегі жылдамдығының арқасында инновациялық техникалық және ғылыми техникалық шешімдерді көрсетуге мүмкіндік беретін ғарыш техникасындағы жаңа тәсілдерді зерттеу үшін тамаша платформа болып саналады. CubeSat ҒА көмегімен ғарыш кеңістігі жағдайында кейбір жаңа қызметтік кіші жүйелерді сынақтан өткізуге болады және бұл тұрғыда олар пайдалы жүктеме ретінде әрекет ете алады. Осылайша, "CubeSat" тұжырымдамасы аз уақыт ішінде нақты ғарыш жобасында жұмыс істеу дағдыларын алуға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, шағын ғарыш аппараттарының салыстырмалы түрде төмен құны оларды құру үшін шағын бизнес компаниялары мен жоғары техникалық оқу орындарын тартуға мүмкіндік береді[1].

Бұл ҒА белсенді түрде студенттер, жас мамандар, тіпті мектеп оқушылары арасында қолданысқа, танымалдылыққа ие. Өзінің шағындылығымен және аз шығынымен мамандармен қоса коммерциялық топтардың арасында да артықшылыққа ие.

Көлеміне қарамастан, спутниктер әртүрлі ғылыми және зерттеу мәселелерін шеше алады. Мысалы, CubeSat-тар жер бетін қашықтықтан зондтау, су тасқыны, орман өрттері және басқа да төтенше жағдайлар аймақтарын ғарыштан түсіру, инфрақұрылымның, атмосфераның, экология мен климаттың жағдайын зерттеу үшін қолданылады [2].

1 CUBESAT СТАНДАРТТЫ МИКРОСЕРІКТЕРДІҢ ДАМУЫ МЕН МИССИЯСЫНА ШОЛУ

CubeSat стандартының пайда болуы ғарыш саласындағы мамандарды даярлаудың маңызды мәселелерінің бірі — практикалық сабақтарды өткізу мәселелерін шешу қажеттілігімен байланысты. Бір жағынан, нақты, тіпті қарапайым спутниктерді құру және пайдалану бойынша практикалық жұмыстар болашақ мамандардың дайындық деңгейін едәуір арттыра алады. Екінші жағынан, мұндай жұмыстар көп уақытты қажет етеді және жай оқу жоспарларына сәйкес келмейді, және бұл үшін қажетті қаражат тіпті ірі оқу орталықтарының бюджеттері үшін тым үлкен. Сондықтан, 1999 жылы Стэнфорд университетінің (АҚШ) профессоры Р. Твиггс ұсынған "CubeSat" спутниктерін құру тұжырымдамасы келесідей болды:

- қысқа мерзімде спутник жасау;
- спутникті құру құны арзан болуы керек.;
- спутникті жобалау, жасау және пайдалану бойынша жұмыстардың барлық кезеңдерінде студенттерді, аспиранттарды және жас мамандарды белсенді түрде тарту.

Осы тұжырымдаманы дамыту нәтижесінде Стэнфорд университеті мен Калифорния политехникалық институтының мамандары CubeSat спутниктеріне арналған стандарт және оларды P-POD (Poly Picosatellite Orbital Deployer) зымыран тасығышымен (ЗТ) біріктіруге арналған құрылғы жасады [1].

CubeSat-тың жоғары даму жылдамдығы "жылдам ұшу-жаттығу-қайта пайдалану" циклдеріне ішінара ықпал етті, оның барысында ұшудың екі моделі жасалады, ал екінші модель бірінші ұшу кезінде қиындықтар туындаған кезде өзгертіліп, іске қосылады, салыстырмалы түрде төмен даму шығындары, миниатюралық электроника және уақтылы қол жетімді ұшыру мүмкіндігі.

Қазіргі CubeSat-тар күн панельдерімен, деректерді жинау датчиктерімен және оларды Жерге жіберу үшін антеннамен жабдықталған. Олар камера, интернет жүйелерінің жұмысына арналған модем, температураны немесе ғарыштық сәулеленуді бақылау құрылғылары орнатыла алады. Сонымен қатар, CubeSat-ты күн желкені, қашықтан сақтауға арналған ақпарат дискілері, теңіз кемелерінің навигациялық сигнал қабылдағыштары (AIS сигналы) және ұшақтардың қозғалысын бақылау үшін сигнал қабылдағыштарымен (ADS-B), сонымен қатар, селфи камерасы бар шағын дисплеймен жабдықтауға болады, мысалы, ғарыштан жарнаманы тарату үшін.

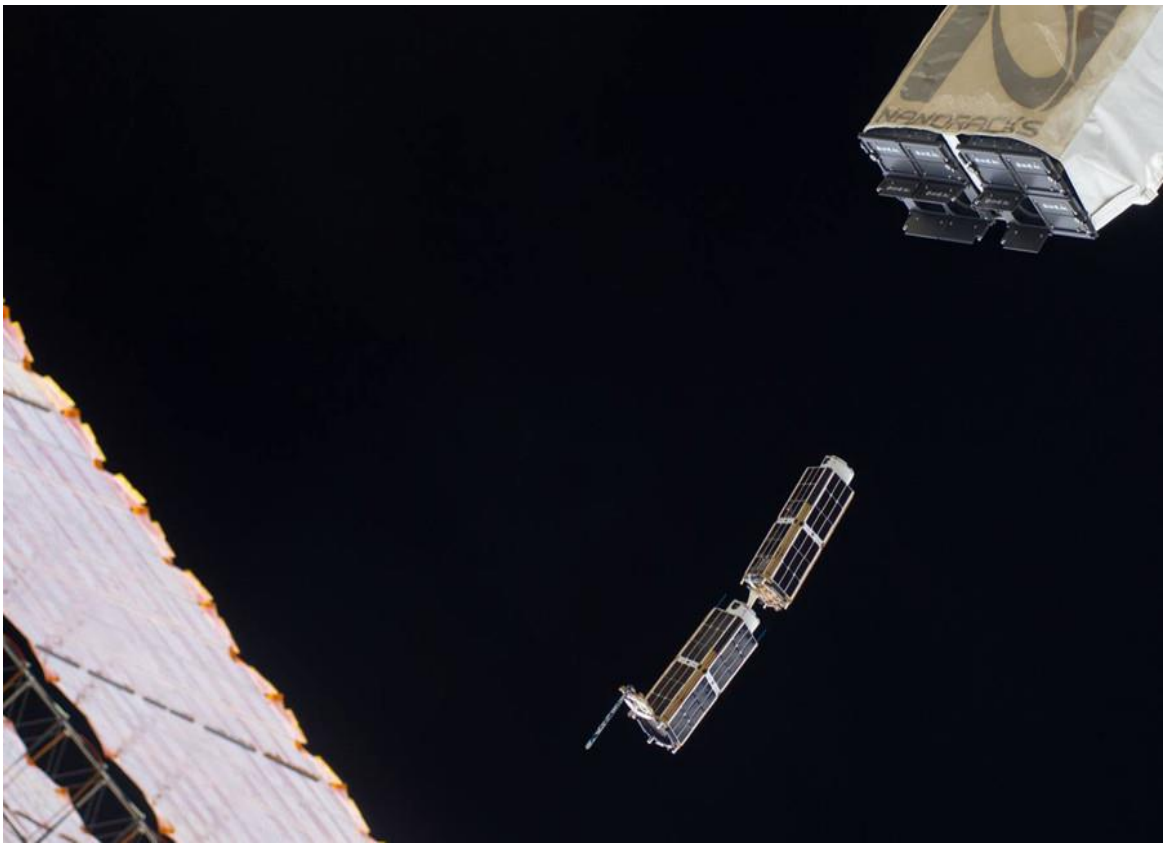
Негізінен CubeSat бірнеше айға дейін қарапайым және өте қымбат емес компоненттерден жасалады. Олардың көпшілігінде үлкен құрылғылар сияқты белсенді басқару, кеңістіктегі бағдар, басқа да күрделі және қымбат ішкі жүйелер жоқ. Бірақ олар пайдалы және мағыналы рөл атқарады және олардың

функционалдығы біртіндеп артады. CubeSat-тардың арқасында мәселені, қажетті нәтижені қарапайым спутниктерді ұшыруға қарағанда тезірек және 20 есе арзан алуға болады.

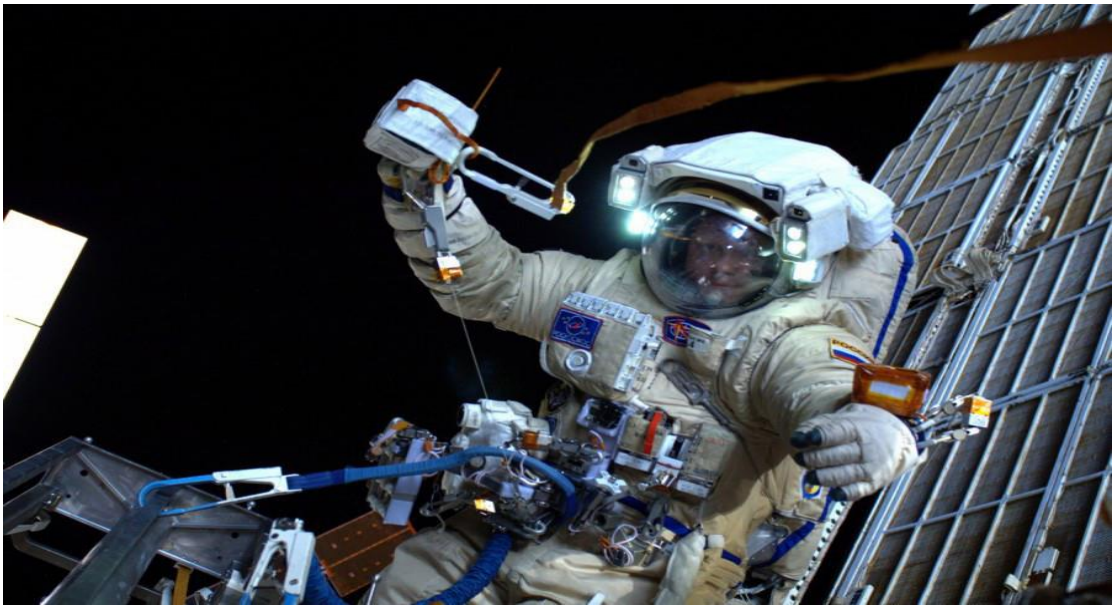
CubeSat-тар бірнеше жолмен ұшырылады[2]. CubeSat-тар, әдетте, бірден бірнеше (70-ке дейін) бірліктен зымыран тасығыштар арқылы немесе басқарылатын және автоматты жүк ғарыш кемелері мен орбиталық станциялардың бортынан шығарылады[3].

Кейде олар Халықаралық ғарыш станциясының (ХҒС) бортынан шығарылады, бірақ көбінесе ауыр зымыран ұшырылған кезде. Аппараттар зымыранның жоғарғы сатысындағы арнайы контейнерге орналастырылады, орбитаға шығарылғаннан кейін контейнердің қақпағы ашылып, CubeSat-тар ғарышта ұшады. Мұндай іске қосу кезінде бір нюанс бар: CubeSat-тар нақты, жоспарланған орбиталарға емес, еркін орбиталарға шығарылады[2].

ХҒС-нан шығару үшін американдық сегментте NanoRacks жеке ғарыш компаниясының арнайы роботтандырылған жүйесі жабдықталған. Жүйе кубсат пакеттерін іске қосуға мүмкіндік береді, ал ғарышкерлердің ғарышқа шығуын қажет етпейді.



1.1 Сурет-CubeSat-тың ғарышқа шығуы.



1.2 Сурет-CubeSat-тың ғарышқа шығуы.

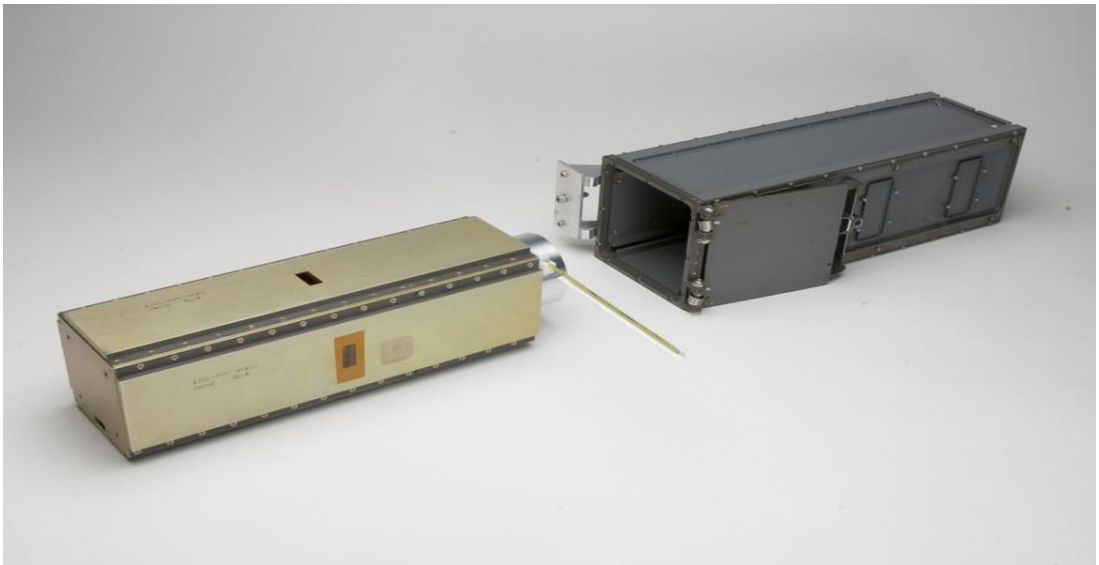
Ресейлік сегменттен CubeSat жеке және классикалық түрде іске қосылады.

ХҒС-мен ұшыру көптеген мәселелерді шешеді: ол зымырандарға қарағанда қарапайым және арзан, оған бейімделу(адаптация) және контейнер қажет емес. CubeSat-тың көпшілігі станциядан ұшырылады. Бірақ бұл жерде мәселелер бар. Спутниктер жүк кемелерімен жеткізіледі, ұшырылғанға дейін бірнеше апта немесе тіпті айлар жатуы мүмкін, бұл борттық батареяның заряды таусылып, спутник іске қосылмай кетуі мүмкін. Оларды ғарышкерлер іске қосуға тырысқанымен әрбір ғарышкерді қолынан келе бермейді[4].

Әлемде CubeSat-тарды мақсатты орбиталарына шығара алатын ультра жеңіл зымыран тасығыштарының көмегімен аппараттарды ұшыру танымал бола бастады.

Ультра жеңіл зымырандар ғарышқа ондаған CubeSat-ты жібере алмайды, бірақ мақсатты түрде ұшырылады. Сонымен қатар, олар мамандандырылған, дәл орбитаға әлдеқайда арзан және тезірек шығарылады[2].

CubeSat стандартты өлшемдері ғарышқа шығу процедурасын айтарлықтай жеңілдетеді. Бұл олардың кішкентай мөлшері мен массасы туралы ғана емес. Әдетте, бұл спутниктің массасы оның шығарылу құнын анықтайды деп саналады. Бірақ 1-3-9 кг сияқты шамалы көрсеткіштерге қатысты болған кезде шығындардың маңызды бөлігі бейімделу деп аталады. Ақыр соңында, спутникті зымыранға бұрау жеткіліксіз, содан кейін оны уақытында, қажетті биіктікте және қажетті үдеумен ұшыру керек. Спутниктер үшін жеке жұмыс жасап, белгілі бір спутникті белгілі бір зымыранмен немесе үдеткіш қондырғымен біріктіруге мүмкіндік беретін адаптер салу керек. CubeSat жағдайында мәселе арнайы контейнерді бейімдеу арқылы шешіледі.



1.3 Сурет-Контейнер

Контейнерді белгілі бір зымыранмен немесе үдеткіш қондырғымен бір рет бейімдеу жеткілікті, және әр ұшыру кезінде осы схеманы одан әрі пайдалану жеткілікті[4].

CubeSat-тар орбитада болғаннан кейін олар жұмысқа кіріседі: жердегі қабылдау станцияларымен байланысып, қажетті деректерді жинап, оларды кодталған түрде жібереді. Құрылғы қатаң түрде белгілі және шектеулі уақытта байланысқа шығады.

Мұндай құрылғылар әдетте арзан компоненттерден жасалғанына қарамастан, қазіргі заманғы CubeSat-тар ғарышта бірнеше жылға дейін жұмыс істей алады. Әдетте, олар 250-500 км төмен орбиталарға шығарылады, онда аэродинамикалық тежеу салдарынан олар біртіндеп баяулайды және атмосферада жанады.

Егер кішкентай CubeSat-тар қарапайым эксперименттерге бейімделсе және олардың мүмкіндіктері шектеулі болса, онда үлкен нұсқалар күрделі техникалық міндеттері бар маңызды миссияларға қабілетті. Бұл артықшылық бизнес өкілдерін CubeSat-тарға тартады[2].

Ашық қол жетімділіктегі деректерді талдау көрсеткендей, Cubesat форматындағы ұшырылған спутниктердің саны 2012 жылдан бастап тұрақты түрде артып келеді.

1.4-сурет. CubeSat спутниктерінің ұшырылу саны.

Суретке сәйкес, 2000-шы жылдары Cubesat форматындағы ұшырылған спутниктердің саны шамалы болып қалды, өсу тек 2006 жылы байқалды, бірақ кейінгі жылдары нашарлау үрдісі байқалды. Нақты көріністегі нарық көлемінің күрт өсуі 2013 жылы байқалады. 2008-2010 жылдардағы нарықтың құлдырауы әлемдік қаржы дағдарысының саласына әсер етумен байланысты, бұл бірқатар ШҒА-ның іске қосылуының кешеуілдеуіне әкелді[5].

2 CUBESAT ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ҚҰРАМЫ

CubeSat спутниктері алюминий қорытпаларынан жасалған дәстүрлі өңделген құрылымдар бастапқы құрылым ретінде қолданылады. Күн батареялары, жылу көрпелері және ішкі жүйелер сияқты қайталама құрылымдар бастапқы құрылымдарға қосылады. Олар өздері тұрады және іс жүзінде маңызды құрылымдық жүктемелерді бермейді. Бастапқы құрылым істен шыққан кезде миссияның апатты сәтсіздігі орын алады. Екінші құрылыстың істен шығуы, әдетте, ғарыш кемесінің тұтастығына әсер етпесе де, ол жалпы миссияға айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Құрылымдық компоненттердің көлемі жағынан мүмкіндігінше тиімді болуы өте маңызды. Көлемдік тиімділікті арттыру үшін негізгі құрылымдық компоненттер бірнеше функцияларды орындауы керек. Мұндай функцияларға температураны бақылау, радиациялық қорғаныс, қысымды ұстап тұру және тіпті кернеуді қосу кіруі мүмкін. Олар көбінесе үлкен ғарыш аппараттарының қайталама құрылымдық элементтеріне тағайындалады.

Шағын ғарыш аппараттарының конструкцияларын қарастыру кезінде материалды таңдау өте маңызды. Физикалық қасиеттерге де (тығыздық, термиялық кеңею және радиациялық төзімділік), сондай-ақ механикалық қасиеттерге де (модуль, беріктік және соққы тұтқырлығы) қойылатын талаптар орындалуы тиіс. Типтік дизайнды жасау кезінде металл және металл емес материалдар қолданылады, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Металдар біртекті және изотропты болады, яғни қасиеттер әр нүктеде және барлық бағытта бірдей болады. Композиттер сияқты бейметалдар құрылымында гетерогенді және анизотропты, яғни қасиеттерді бағытталған жүктемелерге бейімдеуге болады. Әдетте, құрылымдық материалдарды таңдау ғарыш кемесінің жұмыс жағдайымен анықталады. Іске қосу және пайдалану жүктемесі үшін жеткілікті қорды қамтамасыз ету кезінде талқылауларға жылу балансы және жылу стресстерін басқару сияқты нақты мәселелер кіруі керек. Сондай-ақ пайдалы жүктеменің немесе аспаптардың газсыздандыруға және жылу ығысуларына сезімталдығын ескеру қажет.

Құрылымның құрылысына әртүрлі ішкі жүйелер мен ұшыру орталары ғана емес, сонымен қатар ғарыш аппараттарын қолдану және қоршаған орта да әсер етеді. Айналуды тұрақтандыру және 3 осьті тұрақтандыру жүйелері үшін әртүрлі конфигурациялар бар, ал қолданылатын құралдар дизайнға қойылатын талаптарды ұсынады. Кейбіреулер конструкцияның өлшемге әсерін азайту үшін магнитометр мен ғарыш кемесі арасында жеткілікті қашықтықты құру үшін жебелер сияқты механизмдерді қажет етеді. Ғарыш кемесінің сыртқы және ішкі материалы мен электронды ішкі жүйелерді миссияның нақты жағдайларында түсіну керек (мысалы, ғарыштағы зарядтау әсерлері).

Радиациялық әсер шағын ғарыш аппараттарының дизайнына әсер етуі мүмкін. Жерге жақын орбитадан тыс жоғары радиациялық сәулеленумен жұмыс істейтін шағын спутниктер үшін миссияны жоспарлаушылар нақты радиациялық жағдайларға байланысты қауіптерді азайту стратегиясын қарастырылуы керек. Бұған күн сәулесі басым планетааралық миссиялар да, полярлы төмен жер орбитасындағы миссиялар да кіреді (PLEO), онда күн радиациясының қаупі полюстерден жоғары болады. Сонымен қатар, 2025 жылы күн максимумы жақындаған сайын күн бөлшектері оқиғалары (SPE) көбейген сайын, миссияны жоспарлаушылар көптеген орбиталық ортаны ескеруі керек.

2.1 Бастапқы құрылымдар

Шағын ғарыш аппараттары нарығындағы бастапқы құрылымдар үшін екі негізгі тәсіл кең таралған: дайын коммерциялық құрылымдар (COTS) және тапсырыс бойынша жасалған немесе басылған компоненттер. Таңқаларлық емес, COTS ұсыныстарының көпшілігі CubeSat нарығына арналған. Көбінесе COTS құрылымдары дамуды жеңілдетеді, бірақ тапсырмалардың, ішкі жүйелердің және жүктеме талаптарының күрделілігі белгілі бір COTS құрылымының дизайнына сәйкес келген кезде ғана. Тапсырыс бойынша жасалған конструкциялар жүйенің құрылысында және белгілі бір миссия үшін жүктемесінде үлкен икемділікті қамтамасыз етеді. Коммерциялық қол жетімді құрылым төмен Жер орбитасында және шектеулі ұшу ұзақтығында қолдануға арналған, онда экрандау талаптары Ван Аллен белдеулерінен шектеулі радиациялық қорғаныспен шектеледі.

Қазіргі уақытта CubeSat бастапқы конструкцияларын (көбінесе рамалар немесе шасси деп аталады) ұсынатын бірнеше компания бар. Олардың көпшілігі 6061 немесе 7075 алюминий қорытпасынан жасалған және ғарыш кемесінің конфигурациясының икемділігін қамтамасыз ететін бірнеше құрамдас бөліктерге ие. Бұл бөлімде CubeSat нарығында әртүрлі жеткізушілер қолданатын бірнеше тәсілдер көрсетілген. Шолуға енгізілген ұсыныстардың ішінде 1U, 3U және 6U конструкциялары жиі кездеседі, мұнда 1U номиналды түрде 10 x 10 x 10 см құрылым болып табылады.

2.2 Монокок құрылымы

Монококтық құрылымдар-бұл ұшақтар үшін үлкен мұрасы бар жүк көтергіш корпус. Шағын ғарыш кемелерінде бұл дизайн бірнеше мақсатты көздейді: ол ішкі көлемді барынша арттырады, жылу қабылдағыштарға немесе көздерге көбірек

жылу массасын береді, бекіту нүктелерінің көп санына мүмкіндік береді және жалпы иондаушы дозаны (tid) азайту үшін бетінің үлкен аймағына ие. Монокок конструкциясы жиі кездеседі, ал "экструдталған" құрылымдар CNC станоктары, су өткізгіш немесе лазерлік кесу арқылы оңай жасалады.

2.3 Модульдік рамалардың конструкциялары

Модульдік рамалар CubeSat стандартының сыртқы өлшемдерін қатаң сақтауды қамтамасыз ете отырып, жылдам миссиялар үшін икемді ішкі құрылымды қамтамасыз етеді, әсіресе стандартты қайта пайдалануға болатын конструкциядан орналастыру қажет болған кезде. Ашық жақтаулар жердің төмен орбитасына жарамды, өйткені дизайн радиациялық қорғауды қамтамасыз етпейді. Сондай-ақ, жылу массасына қойылатын талаптарды ескере отырып, дизайнға назар аудару керек, өйткені модульдік рамалар табиғатта жеңіл. Келесі бөлімдерде CubeSat рамаларының модульдік конструкцияларының мысалдары келтірілген.

2.3.1 NANO AVIONICS модульдік жақтауы

NanoAvionics компаниясы "стандартталған рамалар мен құрылымдық элементтер" деп аталатын дизайн жасады, олар құрастыру кезінде 1U-дан 12U-ға дейінгі ғарыш аппараттарының негізгі құрылымын құрайды. NanoAvionics-тен 3U модульдік құрылым 2.1-суретте көрсетілген. Бұл компоненттер модульді 7075 алюминийден жасалған және көптеген COTS CubeSat конструкциялары сияқты PC/104 (4) форма факторымен үйлесімді болуы керек.

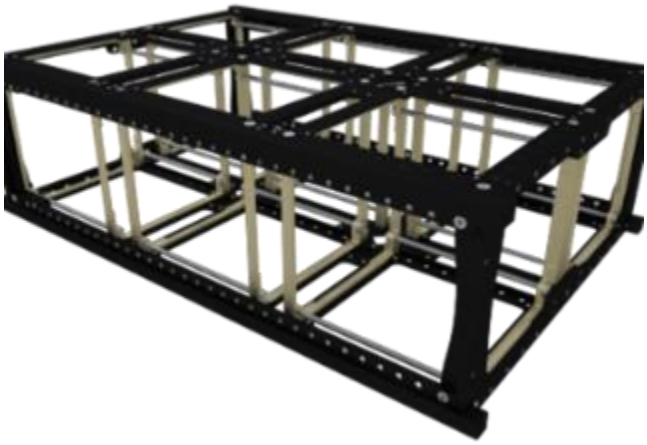
2.1 Сурет- NanoAvionics шағын спутниктік құрылымдар.

2.3.2 Ғарыштағы инновациялық шешімдер (Innovative Solutions In SPACE)

ISISPACE CubeSat құрылымдарының кең спектрін ұсынады. ISISPACE дизайнын пайдалану кезінде шығармашылық икемділіктің жоғары дәрежесін беретін бірнеше орнату конфигурацияларын қарастыруға болады. Алынбалы жылжымалы панельдер ғарыш аппараттарының барлық электроникасы мен авионикасына түпкілікті интеграциядан кейін де қол жеткізуге мүмкіндік береді (5).

2.3.3 GomSpace

GomSpace шағын спутниктік жүйелер үшін толық дайын шешімдерді ұсынады. Олар ұшу тәжірибесі мол 1-ден 6U-ға дейінгі наноспутниктердің модульдік конструкцияларын ұсынады.



2.2 Сурет-6U наноспутник құрылымы.

2.3.4 EnduroSat

EnduroSat 1U, 1.5 U, 3U, 6U CubeSat конструкциялары мен материалдарын ұсынады, барлық конструкциялар 6061-T651 алюминийден немесе Al 7075-тен жасалған. Барлық конструкциялар діріл, жылу және TVAC сынақтарын қоса алғанда, экологиялық біліктіліктен өтті, ал 1U және 3U конструкцияларында ұшу мұрасы бар.

2.4. Күрделі жүйелер және кіші спутниктер (C3S)

C3S компаниясы CubeSat 3U құрылымын жасады (2.3-сурет), онда автобуспен байланыс үшін тәуелсіз құрастыру тәртібін қамтамасыз ететін, құрастыруға рұқсат беруді жеңілдететін және ғарыш класының интерфейс қосқыштарын қолданатын біріктіру баспа платасы (PCB) қолданылады. Бұл артықшылықтарға мыналар кіреді:

- Жоғары сенімді электронды, конструктивті және жылу қосылыстары;
- Интеграция және тестілеу кезінде жеке карталар мен құрылғыларға қол жеткізу;
- Қатарлауға жеңілдетілген рұқсатнамалар;
- Барлық карталар үшін арнайы және тәуелсіз жылу интерфейстері.

2.3 Сурет-C3S 3U CubeSat құрылымы.

2.5 Реттелетін бастапқы құрылымдар

Пайдаланушы шағын спутниктерін құрудағы өсіп келе жатқан жетістік-интерфейс талаптары бойынша егжей-тегжейлі нұсқаулықтарды қолдану. Олар миссияға дайындық және орналастыру әдістері үшін бірлескен сапарлардың қауіпсіздігін ескере отырып, жүктемені жобалауға бағытталған. Қауіпсіздік мәселелеріне қауіпсіздік қосқыштары, мысалы, "ұшу алдында алып тастау" түйреуіштері және аяқ қосқышы, сондай-ақ орналастыру дистрибьюторларына орналастырылған кезде ғарыш аппараттарының өшірілуіне қойылатын талаптар кіреді. Қауіпсіздіктің басқа талаптары көбінесе анодталған алюминий бағыттағыштары мен ауырлық күші, ауырлық орталығы және канистрді немесе диспенсерді сәтті орналастыру үшін сыртқы өлшемдерді қамтиды. Қажетті интерфейс құжаттары тасымалдаушы зымыранмен қолданылатын белгілі бір

диспенсер үшін бірлескен сапар интеграторынан келеді. Зымыран тасығышты жеткізуші әдетте іске қосу кезінде діріл жағдайларын қамтамасыз етеді. NASA-ның CubeSat (CSLI) іске қосу бастамасы CubeSat немесе SmallSat жүйелерінен 2 минуттық кезеңде шамамен 10 G_{rms} болатын жалпы экологиялық тексеру стандартының (GEV) діріл ортасына төтеп бере алатындығын талап етеді. NASA CSLI Rideshare бағдарламасы іске қосу және бастапқы орналастыру кезінде ғарыш аппараттарының қуатын өшіру талаптарына қатысты Электр қауіпсіздігі бойынша ұсыныстарды қамтиды. Диспенсердің немесе контейнердің өлшемдеріне қойылатын егжей-тегжейлі талаптар жеке құрылымдық қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін көптеген жағдайларда ЖАЖЖ(жұмыстарды автоматты жобалау жүйесі) сызбаларын қоса алғанда, жеткілікті ақпарат береді [6].

3 CUBESAT БАҒДАРЛАУ ЖӘНЕ ТҰРАҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕЛЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ

Жердің магнит өрісін қолдана отырып, CubeSat типті спутнигін бағдарлау және тұрақтандыру жүйесі. Ғарыш аппаратын бағдарлау жүйесі-берілген бағыттарға қатысты аппарат осьтерінің белгілі бір жағдайын қамтамасыз ететін борттық жүйелердің бірі. Бұл келесі міндеттерді орындау үшін қажет:

- Күн батареяларының күн бағыты;
- Навигациялық өлшемдер;
- Әр түрлі зерттеулер жүргізу;
- Тежеу немесе жеделдету алдында ұшу жолын өзгерту үшін қозғалтқышты қосу.

Бағдарлау жүйелері белсенді немесе пассивті болуы мүмкін. Пассивті бағдарлау жүйелері спутниктің бортында қуат көзін қажет етпейді.

Пассивті жүйелер энергияны үнемдейді, олар ішкі қуат көзінің энергиясын пайдаланбайды; мұндай жүйелердің дизайны өте қарапайым және жоғары сенімділікке ие, спутниктің қызмет ету мерзімі шексіз. Пассивті тұрақтандыру жүйелерінің қарапайымдылығы стандартты таңдау арқылы қол жеткізіледі. Тұрақтандырудың ерекше әдісі үшін тепе-теңдік бағыты әрдайым міндетті бола бермейді. Спутниктің орбиталары бағдарлау үшін негіз ретінде Жер, Күн немесе кез-келген басқа бағытты қажет етуі мүмкін.

Пассивті жүйелер гравитациялық, аэродинамикалық немесе электромагниттік болуы мүмкін. Ең қолайлы электромагниттік болып табылады, өйткені электромагниттік жүйелерді қолдануға болады, мүмкін 600-ден 6000 км-ге дейін биіктікте (3.1-сурет). Магниттік гистерезис өзектері ұшудан кейін айналмалы қозғалыс энергиясын сөндіруді және ұшу кезінде мүмкін болатын кездейсоқ бұзылуды сөндіруді қамтамасыз етеді.

3.1 Сурет-Геомагниттік өріс

Орбитада сынақтар жүргізу кезінде, мысалы, ионосфераны, жердің радиациялық аймақтарын зерделеу кезінде геомагниттік өрістің бағыты бағдарланады. Бортқа орнату арқылы Жердің магнит өрісінің сызықтарына қатысты спутниктің белгілі бір жағдайына қол жеткізуге болады. Магниттің Жердің магнит өрісімен әрекеттесуі жер серігіндегі тұрақты магниттің осін геомагниттік өріс векторының векторымен теңестіруге тырысатын қалпына келтіру моментінің пайда болуына әкеледі.

3.2 Сурет-Үшінші Кеңестік серік

Көптеген спутниктер орбитаға магниттік бағдарлау жүйесі арқылы шығарылды. Кеңестік спутник бірінші болды (3.2-сурет). Өздігінен бағытталған магнитометр қолданылды. Магнитометрдің сезімталдық осі Жердің магнит өрісінің бағытымен біріктірілді. Осьтің орналасуы туралы мәліметтер спутниктің кеңістіктегі орнын анықтауға мүмкіндік берді.

Мұндай бағдарлау жүйесін Жерді қашықтықтан зондтауға бағытталған ғарыш аппараттарында қолдану ыңғайлы, мұндай пассивті жүйелер CubeSat стандартты спутниктерінде қолданылады [7].

4 ТЕЛЕМЕТРИЯЛЫҚ АҚПАРАТТЫ БЕРУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ПРИНЦИПТЕРІ

Телеметриялық ақпаратты беру жүйесі борттық және жердегі телеметриялық жүйелерді, сондай - ақ ҒА-жер радиолиниясын біріктіреді.

Борттық телеметрия жүйесі әртүрлі қызметтік және ғылыми датчиктерден ақпарат жинауды қамтамасыз етеді, осы датчиктердің шығыс сигналдарын цифрлық түрге түрлендіреді, байланыс сеанстары арасындағы кезеңде ақпаратты сақтауды және екілік деректердің бірыңғай цифрлық ағынын қалыптастыруды қамтамасыз етеді.

ҒА деректер көздерінің үш негізгі түрін бөлуге болады:

- ҒА жүйелері (электрмен қоректендіру, бағдарлау, басқару, қозғалтқыш қондырғысы және т.б.);
- төмен ақпараттық ғылыми құралдар;
- жоғары ақпараттық ғылыми құрылғылар (теледидар камералары, оптикалық-механикалық сканерлер және т.б.).

Бұл ақпарат көздері, әдетте, ақпаратты жинаудың, түрлендірудің және сақтаудың жалпы борттық жүйесін және ҒА-жер бірыңғай радио желісін пайдаланады.

Жерде телеметриялық ақпарат беру жүйесінің шығуынан хабарламалар әртүрлі тұтынушыларға келеді. ҒА жүйелерінің жай-күйі туралы деректер ӨБО талдау тобына түседі. Ғылыми ақпаратты ғылым академиясының қолдауымен әртүрлі институттар пайдаланады. Кескін датчиктерінен алынған ақпарат ҒА басқару мүддесінде де, ғылым мүддесінде де пайдаланылады.

Телеметриялық жүйенің сипаттамалары оның қандай ақпарат сенсорларына қызмет ететініне байланысты.

Қызметтік телеметриялық ақпаратты беру жүйесінің міндеттері ҒА жүйелерінің жай-күйі, ҒА бөліктеріндегі температура, берілетін функционалдық және сандық командалардың орындалуы туралы хабарламаларды беруге жинақталады.

Әрбір жаңа алыс ҒА-ын іске қосу ұшу-конструкторлық сынақтардың басталуы болып табылады, өйткені барлық алыс ҒА шешілетін міндеттер бойынша бір-бірінен ерекшеленеді, демек, ҒА жүйелерінде айырмашылықтар бар және әртүрлі ғылыми аспаптармен жабдықталған.

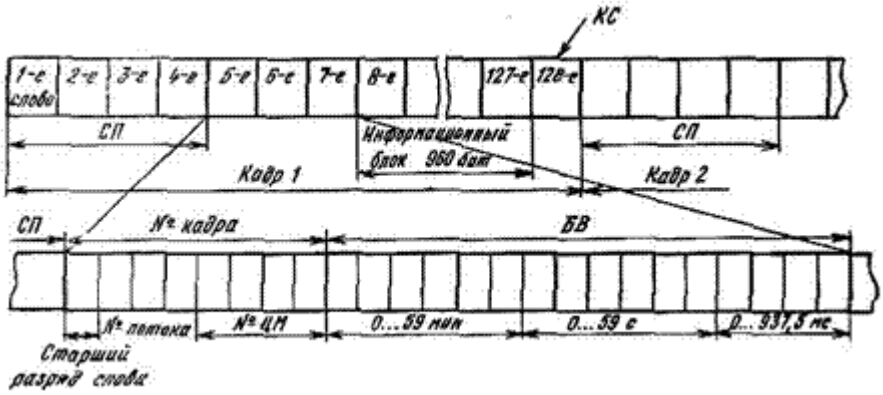
Қызметтік телеметриялық ақпаратты беру жүйесінің негізгі айырым белгілері:

- жіберілетін хабарламалардың үлкен артықтығы;
- параметрлерді өлшеу дәлдігі төмен;
- өлшенетін параметрлердің үлкен саны;

– ҒА авариялық жағдайында деректерді беру қажеттілігі (бағдардың жоғалуы, таратқыш қуатының төмендеуі және т.б.).

Борттық аппаратураның массасы мен тұтынылуын барынша азайту талаптары ҒА жүйелерінің жай-күйі датчиктерінен (қызметтік телеметрия), сондай-ақ ғылыми датчиктерден (ғылыми телеметрия) хабарламалар беретін бірыңғай борттық телеметрия жүйесін құру қажеттілігіне алып келеді.

Телеметриялық ақпараттар кадрлар арқылы беріледі (4.1-сурет). Әр кадр 128 сегіз таңбалы сөзден тұрады. Әр кадрдың басында төрт сөзден тұратын синхросәлемдеме (СС) беріледі. Екілік кодтағы СС түрі: 01111100; 01101110; 10100001; 00101100. СС-дан кейінгі бірінші сөз кадрдың ТМ құрылымында берілетін сандық массив (СМ) нөмірін қамтитын кадрдың ТМ нөмірінің мағынасын білдіреді.



4.1 Сурет-Телеметриялық кадрдың құрамы

ТМ кадрындағы ақпараттық сөздерді сақтау тәртібі кадр нөмірімен бірдей анықталады. СМ беру кезінде 5-ші сөздің төрт жоғары разрядында "0"деп жазылады. ТМ кадрдағы 6-шы және 7-ші сөздер 0-ден 59 минутқа дейін борт уақыты (БУ) туралы ақпаратты алып жүреді. 6-шы сөздің алты жоғарғы дәрежесі 0-ден 59 минутқа дейін, 1 минуттық дискретті қабылдай алады. 6-шы сөздің екі кіші категориясы және 7-ші сөздің төрт үлкен категориясы 0-ден 59 секундқа дейін, 1 с дискретімен қабылдай алады. 7-ші сөздің төрт кіші категориясы 0-ден 15-ке (0...937,5 мс) дейінгі мәнді 62,5 мс дискретімен қабылдай алады. 8-ден 127-ге дейін телеметриялық ақпарат беріледі.

Кадрдағы соңғы сөз - бақылау сомасы. Ол СС ескере отырып сегіз разрядты тордың толып кету битін өткізбестен барлық кадрлардың екілік сөздерінің қосындысымен анықталады.

Телеметриялық ақпарат аз тарату жылдамдығы кезінде шығынсыз кодпен де, кодтық шектеу ұзындығы K=6 және кодтық жылдамдығы R= 1/2 жинақтау кодпен (ЖК) кодталғаннан кейін де беріледі. Алғаш рет K=6 және R= 1/2 жинақтау коды 1975 жылы "Венера-9, 10" жобасында орбиталық аппараттан ғылыми ақпаратты

беру үшін қолданылды. Марс-94 жобасында және одан кейінгі жобаларда К=7; R=1/2 жинақтау кодын пайдалану болжанады.

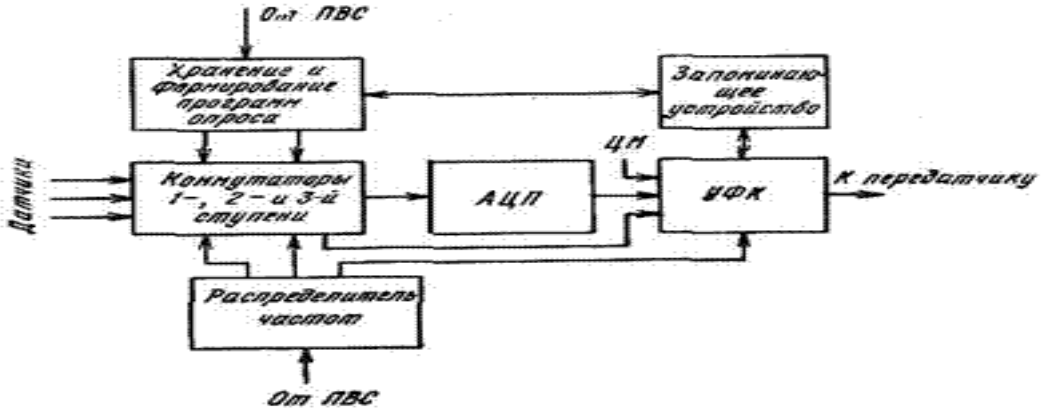
Айта кету керек, 1, 4, 16, 32, 64 және 128 бит/с жылдамдықтар 1024 Гц қосалқы тасымалдаушыда кодталмай беріледі, ал жоғары жылдамдықтар өзінің сағат жиілігіне және жинақтау кодтауға өлшеу арқылы беріледі.

10-5 қате ықтималдығын қамтамасыз ету үшін ақпараттың битіне қажетті сигнал-шу қатынасы сәйкесінше 2,2 және 1,9 құрайды. Салыстыру үшін, К=6 және R= 1/2 конволюциялық коды үшін En/No қатынасы бұл жағдайда 2,8 құрайды.

Кодтық таңбаларды демодуляциялау және синхрондау кезіндегі шығындар шынымен 1 дБ-ден аспауы керек деп санаймыз.

Телеметриялық жүйенің борттық кешені (4.2-сурет) мынадай жұмыс режимдерін қамтамасыз етеді:

- байланыс сеансында нақты уақытта беру;
- байланыс сеанстары арасындағы ақпаратты есте сақтау;
- ақпараттың бір бөлігін нақты уақытта беру және ақпараттың басқа бөлігін бір уақытта есте сақтау.



4.2 Сурет-Телеметриялық ақпаратты беру жүйесінің борттық кешенінің құрылымдық жүйесі.

Датчиктерден сигналдар коммутаторлардың кірістеріне түседі. Датчиктерді зерттеу бағдарламасы сақтау және қалыптастыру құрылғысының жадында орналасқан. Аналогтық сигналдар АСТ арқылы өтеді және ЖҚҚ жақтауын қалыптастыру құрылғысында бір сандық ағынға біріктіріледі, ол нақты уақыт режимінде радиолиния арқылы беріледі, ал есте сақтау режимінде ол бастапқы сақтау құрылғысына түседі.

Борттық кешен барлық қажетті сағат сигналдарын БУЖ бағдарламалық-уақыттық жүйесінен алады. Сандық хабарламаларды өңдеу және жүйенің жұмыс режимдерін басқару телеметриялық жүйенің бөлігі болып табылатын микроЭЕМ орындайды. Сақтау құрылғысы-тасымалдаушы ретінде магниттік сымды қолданатын магнитофон. ТМА жазу және ойнату құрылғысы әрқайсысының

сыйымдылығы 4х106 бит болатын сегіз шағын магнитофоннан тұрады. Борттық кешен жеке сенсорлардың мәліметтерін ғана емес, сонымен қатар сандық массивтерді де өңдей алады, ал радио желісіне кіретін сандық массив 1024 биттің стандартты кадрларына бөлінеді. Әр кадрда синхронды сілтеме бар.

Телеметриялық сигнал жер үсті станцияларына аз немесе өткір бағытталған антенна арқылы беріледі. Қуат күшейткіші амплитудада жасалған қатты күйдегі алдын ала күшейткіш және екі жұмыс режимі бар. Негізгі режимде екі күшейткіш қолданылады, ал шығыс қуаты 50 Вт-қа жетеді. Екінші, көмекші режимде тек алдын-ала күшейткіш жұмыс істейді, ал шығыс қуаты 2,5 Вт құрайды. Фазалық модуляторда екі жұмыс режимі бар: модуляция индексі 0 . . . 120° және 0... 150°. Соңғысы ақпарат пен тасымалдаушы жиіліктегі қалдық арасындағы қуатты бөлу ақпараттың пайдасына болуы керек болған кезде ақпарат берудің жоғары жылдамдығында қолданылады. Жоғары жылдамдықты ақпарат (128 бит/с-тан жоғары) өзінің сағат жиілігіне өлшенеді және К=6, R= 1/2 жинақтау кодымен кодталады, ал төмен жылдамдықты ақпарат 1024 Гц қосалқы тасымалдаушыға беріледі және қосымша кодтаусыз фазалық модуляторға түседі.

Таратқыш үшін тұрақты жиілік көзі-шығу жиілігі шамамен 14 МГц болатын кварц генераторы. Массаға, энергияны тұтынуға және радиалды жылдамдықты өлшеу дәлдігіне қойылатын талаптардың ымырасы ретінде алынған негізгі генератор жиілігінің тұрақсыздығы келесі сандармен сипатталады:

1 жылдағы ұзақ мерзімді тұрақсыздық ..... $\pm 10^{-7}$

24 сағат ішінде тұрақсыздық ..... $\pm 10^{-9}$

15 минут ішінде тұрақсыздық ..... $\pm 10^{-10}$

Т ==10 с $\pm 10^{-11}$ кезіндегі қысқа мерзімді тұрақсыздық (Алланның өзгеруі).

Байланыс сеансында ТМА алдымен ойнату режимінде, магнитофоннан, содан кейін нақты уақытта беріледі. Байланыстың типтік сессиясы шамамен 30 минутқа созылады, егер деректердің үлкен көлемін беру қажет болса, сеанс 50 Вт режимінде таратқыштың жұмысын қамтамасыз ету үшін ҒА қуат беру жүйесінің мүмкіндігіне байланысты бірнеше сағатқа дейін созылуы мүмкін.

Жер үсті кешені жердегі синхрондау және декодтау жүйелерінің, ҰБО-мен байланыс арналарының және т.б. байланыс сеансының істен шығуы ақпараттың жоғалуына әкелмеуі үшін магниттік тасымалдағыштарда қабылданатын ақпаратты тіркеуді қарастырады. Сондықтан жер үсті кешенінде магниттік тіркеудің бірнеше кезеңдері бар.

ТМИ қабылдау үшін алыс ғарыштық байланыс кешенінің екі антеннасының бірі қолданылады: айна диаметрі 32 немесе 70 м.

Жиіліктегі сигналды іздеу аймағын тарылту және осылайша энергия потенциалының шекті мәнін төмендету үшін бағдарламаланатын жиілік синтезаторлары қолданылады, бұл қабылданған сигнал жиілігінің доплер ығысуының белгілі бір бөлігін өтеуге мүмкіндік береді.

Берілген ақпарат сөзін "жалған қайталаудың" теріс салдары борттық жабдықтың логикасына байланысты екенін ескеріңіз. Мысалы, бір БРК әр түрлі әрекеттерді тудыруы мүмкін болуы дұрыс емес, айталық, тақ санмен жабдықты қосу, ал жұп санмен өшіру. Егер БРК Бір әрекетті орындаса, онда "жалған қайталау" келесі команданы беруді кешіктіруге әкеледі.

Қазіргі заманғы КРЛ командалық-өлшеу жүйелері үшін бірінші рет БРК дұрыс өту ықтималдығы $p_{ПО} > 0{,}995$ $P_{ПС}$ өткізу ықтималдығы 10^{-6}-дан аспайды, ал жалған өту ықтималдығы $P_{ЛТР} < 10^{-6} \ldots 10^{-9}$[8].

5 ҚАЗАҚСТАНДЫҚ НАНОСПУТНИКТЕРДІ ӘЗІРЛЕУ ТӘЖІРИБЕСІ

Бүгінгі таңда CubeSat стандартты шағын ғарыш аппараттарының саласы қарқынды дамып келеді. Олардың танымалдылығы практикалық, орындау жеңілдігі, іске асыру жылдамдығы, арзандығы және басқа да артықшылықтарымен түсіндіріледі. Осыған байланысты әлемнің көптеген университеттері мен үкіметтік емес компаниялары өздерінің ғарыш аппараттарын ұшыруға мүмкіндік алды. Олар ғылыми зерттеулер, білім беру, ауыл шаруашылығы, жер бетін зерттеу, картография және т. б. сияқты адамзаттың көптеген салаларында қолданылады[9].

Алғашқы наноспутниктерді 1999 жылы Калифорния политехникалық және Стэнфорд университеттерінің мамандары жасаған. CubeSat-тар көмегімен студенттер ғылыми тәжірибелер жүргізіп, жаңа технологияларды сынақтан өткізді. Қазір бұл спутниктер әлі де білім беру мақсатында қолданылады.

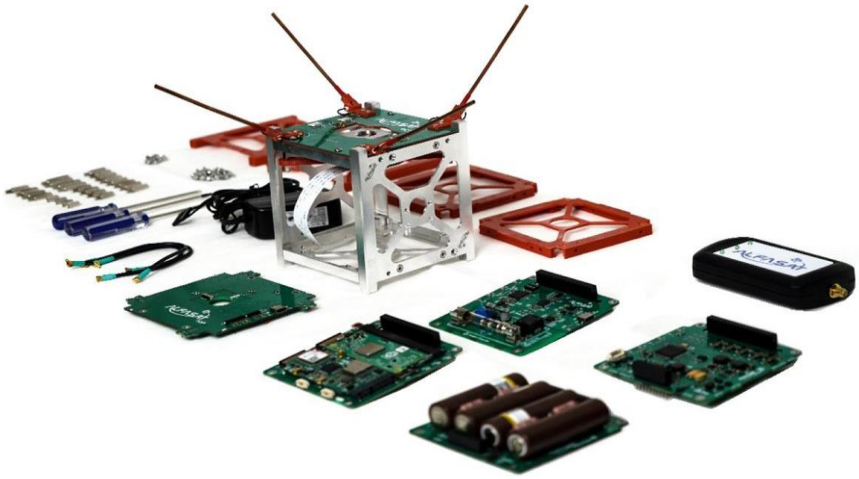
Қазақстанда CubeSat-тарды әзірлеу, құру және зерттеумен студенттер мен магистранттар ғана емес, сонымен қатар әртүрлі бағдарламалар мен үйірмелердегі студенттер де айналысады. Мұндай сабақтар балаларға командада жұмыс істеуге, бөлшектерге ұқыптылыққа үйретеді, олардың кәсіби дағдылары мен білімдерін арттырады, сондай-ақ жаңа жоғары мамандандырылған және ынталы мамандарды құруға көмектеседі.

Қолда бар материалдық базаның арқасында оқытушылар мен студенттердің күшімен CubeSat стандартының жеке платформасын және пайдалы жүктемені құруға қабілетті жоғары оқу орындары бар, бұл барлық қатысушылар үшін құнды тәжірибе береді.

CubeSat-ты ғарышқа шығару үшін білім беру ұшырылымдарының мемлекеттік бағдарламасына қатысу керек немесе оны жеке ғарыш провайдерінен шығаруға тапсырыс беру керек[2].

Қазақстанда наноспутниктер бойынша Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ жоғарғы оқу орны, Alfasat жобасы, UniSat жобалары қарастырылған.

Қазақстан мен Орталық Азияның алғашқы университеті болып табылатын Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ өз наноспутнигін Жер орбитасына сәтті шығарды. Келесі мақсат-аталған технологияны бүкіл Қазақстан бойынша дамыту.



5.1 Сурет-Al-Farabi спутнигі

Alfasat-әл-Фараби атындағы ҚазҰУ базасында жердің кіші жасанды серіктері конструкторын құру жобасы. Ол бойынша жұмыс 2019 жылдан бастап ақпараттық, коммуникациялық және ғарыштық технологиялар басым бағыттары бойынша жүргізілуде. Жобаның авторлары Темірбаев А.А., Узбеков Н. Ш., Мейрамбекұлы Н., Орынбасар С. О., Туебаев О. К. білім алушыларға ғарыш аппараттарын жобалау, құрастыру, сынау және пайдалану процестері туралы жүйелі түсінік беретін компоненттер жиынтығы болып табылатын инновациялық өнім.

Авторларға 2013 жылдан бастап Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің қабырғасында әзірленіп, 2017 және 2018 жылдары іске қосылған алғашқы Қазақстандық AL-FARABI-1 және AL-FARABI-2 наноспутниктерін әзірлеу және іске қосу кезінде алынған дағдылар табысты жобаны іске асыруға көмектесті. Наноспутниктерді сәтті іске қосқаннан кейін авторлар алынған дағдыларды Қазақстанда осы саланы одан әрі дамыту үшін жас ұрпаққа беру керек деген шешімге келді. Бұл дағдыларды мектептен ғарыштық робототехника бойынша зертханалық жұмыстар ретінде оқыту туралы шешім қабылданды. CubeSat стандарты бойынша негізгі талаптарды сақтай отырып, оқушылардың білімді жақсы игеруі үшін өзіндік құнды арзандату және технологияны оңайлату міндеті тұрды. Нәтижесінде барлық негізгі технологиялық сипаттамалар мен мүмкіндіктер сақталды. Жинаққа барлық негізгі ішкі жүйелер, компоненттер және наносерік құрастыру құралдары кіреді. Конструкторларды құрастыру және дайындау бойынша барлық жұмыстар университет базасында жүргізіледі. Зертханалық жұмыстар үш тілде жасалды. Студенттің қызығушылығын сақтау үшін жиынтықта зертханада жиналған наносерікті гелий шарын пайдаланып стратосфераға қосу мүмкіндігі бар[9].

2017 жылдың 15 ақпан күні сағат 09.28-де үнді ғарыштық зерттеулер ұйымы (ISRO) Қазақ ұлттық университеті құрған, салмағы 1,7 кг наноспутниктің жаңа технологияларын көрсететін " Al-Farabi-1" жобасын сәтті іске қосты. 104 спутник

Шрихарикот аралындағы Сатиш Дхаван ғарыш орталығынан полярлық орбитаға (PSLV-C37) шығарылды. Осы ұшыруды аяқтағаннан кейін ISRO бір уақытта ең көп спутниктерді ұшырудың әлемдік рекордын орнатты[10].

Спутник ғарышқа ұшты, бірақ сигнал бермеді, командаларға жауап бермеді. Әдетте, спутник іске қосылады және бірнеше сағаттан кейін ол жұмыс жасап тұрғаны туралы алғашқы сигнал береді. Al-Farabi-1 спутнигі мұндай сигналдарды бермеді. Белгілі бір қателіктер, дизайн деңгейіндегі кемшіліктер, сондай-ақ спутниктің кейбір компоненттерімен проблемалар болды. Осының бәрі " AL-FARABI-2"екінші спутнигін жасау кезінде ескерілді[11].

Al-Farabi-2 спутнигін ұшыру 2018 жылдың 4 желтоқсанында Астана уақыты бойынша сағат 00.32-де Калифорния штатындағы (АҚШ) ғарыш айлағынан Ванденберг әскери-әуе базасынан "Falcon 9"зымыран тасығышында сәтті жүзеге асырылды. Наноспутник штаттық режимде жұмыс істейді[12].

Спутник барлық уақытта жерді айнала қозғалады, планетаны күніне он алты рет айналып ұшады, Алматы үстінен төрт рет ұшады, радиоәуесқойларға, жерүсті станцияларына сигнал береді. Спутникке белгілі бір командалар беріледі және ол оларға жауап береді. Бұдан басқа, Al-Farabi-2 спутнигі ғарыштық жағдайларда өзінің борттық компьютерін тексеруге арналған[11].

Al-Farabi-2 наноспутнигі үздік инновациялық технологияларды, Қазақстандық патенттермен қорғалған аппараттың негізгі компоненттері мен тораптарын біріктіреді. Ол бірегей ғылыми, технологиялық және білім беру міндеттерін шешуге арналған, сондай-ақ ҚазҰУ ғалымдары әзірлеген шағын ғарыш аппараттарына арналған борттық компьютердің электрондық компоненттерін сынақтан өткізуге мүмкіндік береді. Ғылыми-зерттеу жұмыстары мен эксперименттердің нәтижелері Қазақстанның аэроғарыштық саласы мен университеттің шетелдік серіктестері үшін құндылық пен өзектілік береді[12].

5.2 UniSat наноспутниктерін әзірлеу бойынша білім беру жобасы

UniSat-бұл қыздарға арналған наноспутниктер бойынша білім беру бағдарламасы[13].

Наноспутниктер-салмағы 10 кг-нан аспайтын шағын ғарыш аппараттарының класы бүгінгі таңда әлемнің жетекші университеттерінде және коммерциялық ұйымдарда әзірленуде. UniSat спутниктері білім беру мақсатына арналған және бірнеше камералармен жабдықталған. Бір камера жердің эллиптикалық бейнесін 4K ажыратымдылығымен түсіре алады. [14]

Қазақстанда UniSat жобасының 20 қатысушысы стратосфераға наноспутникті іске қосты.

Жоба UniSat ЮНИСЕФ және әл-Фараби атындағы ғылыми-техникалық парктің бірлескен инновациялық білім беру жобасы шеңберінде іске асырылды.

20 қатысушы стратосфераға гелий шарының көмегімен жаңа наноспутник жасап, іске қосты. 5.2-суретте наноспутниктің қонуы бейнеленген[15].

5.2 Сурет-Наноспутникті қондыру.

Наурызда Өзбекстан, Қазақстан және Қырғызстаннан келген UniSat бағдарламасының қатысушылары Қазақстанда ауаның ластануын талдау үшін үш наноспутникті іске қосты.

Іске қосу аэронавигациялық қызмет мамандарының бақылауымен жүргізілді, себебі нұсқаулық бойынша іске қосу орнының үстіндегі ұшақтар үшін аспанды "жабу" қажет.

Наноспутник стратосферада шамамен 2 сағат болды және 11,6 км биіктікке көтерілді[16].

5.3 Сурет-Наноспутникті ұшыру.

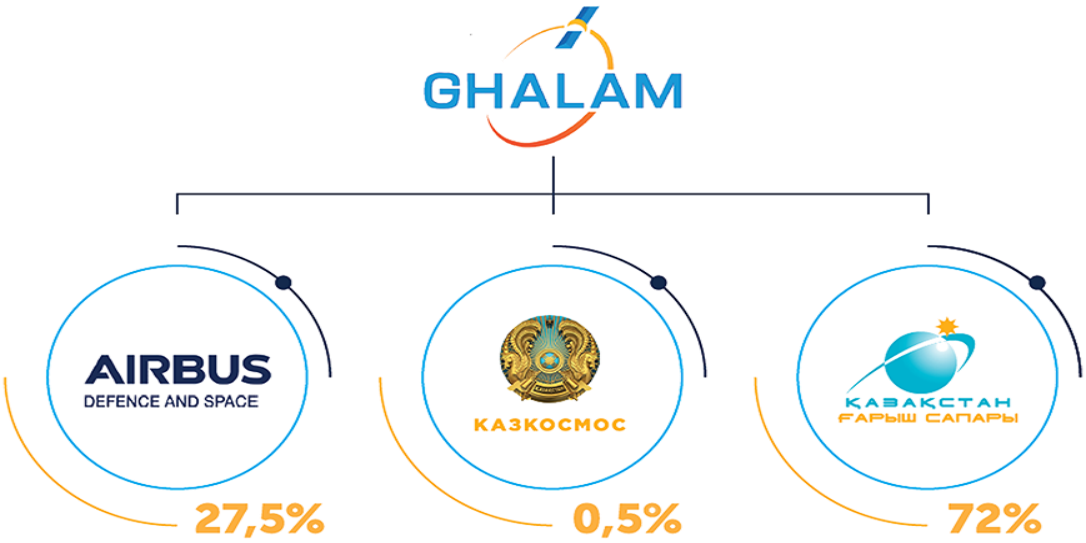
UniSat білім беру бағдарламасы БҰҰ ЮНИСЕФ балалар қорымен және әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-технологиялық паркімен құрылған.

Осы бағдарлама аясында Қазақстанның түрлі өңірлерінен 14-35 жас аралығындағы 20 қыз бес ай бойы Әл-Фараби ғылыми-технологиялық паркінде наноспутниктер жасау курстарында оқыды. Курс жобалау, дизайн, бағдарламалау, құрастыру, сынау және ұшыру сияқты кез-келген ғарыш аппаратын құрудың маңызды кезеңдерін қамтыды.

UniSat бағдарламасының мақсаты наноспутниктерді әзірлеу саласында қыздардың білімі мен құзыреттілігін дамыту, сондай-ақ командалық жұмыс, шешендік өнер, тайм-менеджмент және шығармашылық тапқырлық сияқты дағдыларды жетілдіру болып табылады[15].

5.3 "Ғалам" жобасы

"Ғалам" ЖШС 2010 жылы Қазақстан мен Франция арасындағы серіктестік туралы келісім аясында AIRBUS DS пен "Қазақстан Ғарыш Сапары "ҰК" АҚ-ның бірлескен кәсіпорны ретінде құрылды.



Кәсіпорынды құрудың мақсаты ғарыш аппараттарының құрастыру-сынау кешенін, ғарыш аппараттарының компоненттерін және олардың элементтерін өндіруге арналған технологиялық және өндірістік базаны құру болып табылады[17].

"Ғалам" ЖШС қызметінің негізгі түрі ғарыштық ұшу аппараттарын өндіру болып табылады, оның ішінде келесі кіші қызмет түрлері бар:

- ғарыш техникасының үлгілерін жасау бойынша ғылыми-зерттеу, тәжірибелік-конструкторлық және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды орындау;
- ғарыш жүйелерін жобалау;
- ғарыш аппараттарын құрастыру-сынау кешенін құру;
- ғарыш аппараттарын, ғарыш аппараттарының пайдалы жүктеме компоненттерін және ғарыш техникасы элементтерін жобалау, жасау, құрастыру және сынау;
- Қазақстан Республикасының ғарыш қызметі саласындағы мемлекеттік бағдарламаларды әзірлеуге және іске асыруға қатысу;
- ғарыш саласында арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу;
- ғарыштық техниканы инженерлік сынау, зерттеу және сертификаттау;
- ғарыш саласындағы Қазақстан Республикасының мемлекеттік тапсырыстарын орындауға қатысу;
- ғарыш саласындағы инновациялық және инвестициялық қызмет;
- ғарыш саласы мамандарын даярлау және олардың біліктілігін арттыру;
- сыртқы экономикалық қызметті жүзеге асыру;
- Қазақстан Республикасының және басқа елдердің аумағында Қазақстан Республикасының заңнамасында және қызметі жүзеге асырылатын елдің заңнамасында, Акционерлік келісімде және серіктестіктің осы Жарғысында тыйым салынбаған өзге де қызметті жүзеге асыру".
- "Ғалам" ЖШС құрамына АИТО до операторы болып белгіленді:
- Ғарыш аппараттарына арналған жинақтауыштарды дайындау бойынша тәжірибелік өндірісі бар арнайы конструкторлық-технологиялық бюро;
- Салмағы 6 тоннаға дейінгі ғарыш аппараттарын құрастыру мен сынаудың толық циклін қамтамасыз ететін ҒА АИТЦ.
- Тәжірибелік өндірісі бар ғарыштық технологиялардың арнайы конструкторлық бюросы спутниктер компоненттерінің барлық түрлерін жасау үшін құрылған және келесі цехтардан тұрады:
- Ғарыштық технологиялардың арнайы конструкторлық бюросы (дизайн);
- Слесарлық цех (кез келген күрделіктегі металл бұйымдарын дайындау);
- Электроника және күн сенсорлары шеберханасы;
- Көп қабатты оқшаулау цехы;
- Шеберхана;
- Сынақ зертханалары (механикалық және термиялық сынақ зертханасы, оптикалық зертхана).

Миссия:

Ғарыш жүйелерін құру және пайдалану, инновациялық әлемдік технологиялар негізінде жоғары технологиялық өнімдер өндіру[18].

5.4 «Қазақстан ғарыш сапары» ұлттық компаниясы компания туралы

Компания міндеті – Қазақстан мүддесі үшін ғарыштық технологиялар, өнімдер мен қызметтерді енгізу. Сондай-ақ, бәсекеге қабілетті ғарыштық жүйені өздігінен жобалау, жасау және пайдалану, сондай-ақ, аумақтық және халықаралық нарықта сұранысы жоғары болатын сапалы қызмет көрсету.

Компания іс-әрекетінің негізгі бағыттары: Қазақстан Республикасының ғарыш қызметі саласында қолданыстағы және ұзақ мерзімді салааралық бағдарламаларды жасауға қатысу Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық тапсырмаларын орындауға бағытталған ғарыштық технологияларды енгізу Ғарыштық жүйелер мен кешендерді құру бойынша тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды жүргізу [19].

ҒАҚСК-тың өндірістік құрылымы:

- ҒА құрастыру және функционалды сынау залы (HIGHBAY);
- термо вакуумды сынау учаскесі (TVAC);
- ғарыш аппаратының инерциялық-жаппай сипаттамаларын өлшеу учаскесі (MPM);
- дірілді сынау учаскесі (VIB);
- акустикалық сынау учаскесі (RevAC);
- радиожиілікті тексеру учаскесі (CATR);
- электромагниттік сәйкестігін сынау учаскесі (EMC).

ҒАҚСК қолдану:

ҒАҚСК жұмысын «Ғалам» ЖШС, «Қазақстан Ғарыш Сапары»ҰК АҚ және AirbusDefenseandSpace (Франция) бірлескен кәсіпорны жүзеге асырады [20].

6 CUBESAT РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕСІ ЖӘНЕ ЕСЕБІ

6.1 Ғарыш аппаратын жобалау технологиясының техникалық-экономикалық негіздемесі.

Техникалық-экономикалық негіздеменің мақсаты ғарыш аппараттарын жобалаудың логикасы мен технологиясын әзірлеу экономикалық тұрғыдан орынды екенін мысалмен дәлелдеу болып табылады. Ғарыш аппаратын жобалау логикасы мен технологиясын әзірлеу жобаның өзін іске асыру басталғанға дейін жобалау параметрлерін неғұрлым оңтайлы таңдауға мүмкіндік береді, бұл жобаны ең аз шығынмен іске асыруға мүмкіндік береді.

Ғарыш аппараты (ҒА) – бұл ғарыш кеңістігінде әртүрлі тапсырмаларды орындау, әртүрлі аспан денелерінің бетінде зерттеу және басқа да жұмыстарды орындау үшін қолданылатын техникалық құрылғылардың жалпы атауы.

Бұл бөлімде ғарыш аппаратын жобалау логикасы мен технологиясын әзірлеудің техникалық-экономикалық негіздемесі ұсынылған. Жобаны әзірлеудің экономикалық бөлігі мыналарды қамтиды:

- әзірлеушілердің еңбек ақысын анықтау;
- техникалық қамтамасыз ету және әзірлеу шығындарын анықтау;
- тұтынылатын электр энергиясының шығындарын анықтау;
- әлеуметтік қажеттіліктерге шығындарды есептеу;
- ҚҚС есебімен бағдарламалық қамтамасыз ету бағасын есептеу.

ҒА жобалаудың логикасы мен технологиясын әзірлеу жобаны нақты уақытта бағалауға, оның артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға және оларды жоюға мүмкіндік береді. Бұл әзірлемені ғылыми-зерттеу институтының қызметкерлері мен университет студенттері пайдаланады. Бұл өнімді пайдалану еңбекті едәуір жеңілдетеді және жұмысты орындау шығындарын азайтады.

6.2 Ғарыш аппаратын жобалау логикасы мен технологиясын әзірлеуді орындауға арналған шығындарды есептеу

Әзірлеуді орындауға арналған шығындарды айқындау мынадай баптарды қамтитын тиісті смета жасау арқылы жүргізіледі:

- Материалдық шығындар;
- Еңбекке ақы төлеу шығындары;
- Әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар;

– Негізгі қорлардың амортизациясы;
– Өзге шығындар.

"Материалдық шығындар" деген бапқа ұсынылған жобаны орындау үшін қажетті негізгі және қосалқы материалдарға, энергияға арналған шығындар кіреді.

6.2.1 Жобаны техникалық қамтамасыз ету шығындарын есептеу

БӨ әзірлеу кезінде пайдаланылатын жабдық, саны мен бағасы 6.1-кестеде келтірілген.

6.1 Кесте-БӨ әзірлеу үшін қажетті жабдықтардың тізбесі

Атауы	Сипаттамасы	Бірлік саны	1 дана бағасы, теңге	Жалпы сомасы, теңге
Жүйелікблок	210-AVNL-1653, Intel Core i3, 64 ГБ	1	209990	209990
Монитор	VGA, HDMI, 1920x1080	1	106490	106490
Пернетақта Тышқан	Пернетақта және тышқан, USB, X-gameXD-1100OUB	1	10800	10800
Барлығы				327280

Жұмыста қолданылатын бағдарламалық жасақтама және құны 6.2-кестеде келтірілген.

6.2 Кесте-Бағдарламалық өнімді әзірлеу кезінде пайдаланылатын бағдарламалық қамтылымның тізбесі

Бағдарламалық қамтамасыз ету	Құны, теңге
Microsoft Windows 11 Professional 64 bit операциялық жүйесі	57200
MATLAB Academic new Product Individual License	250000
Жиыны	307200

Жабдық пен БҚЕ бағасы ҚҚС - сыз келтірілген.

6.2.2 Жұмыста пайдаланылатын еңбек ресурстары

Ғарыш аппаратын жобалау логикасы мен технологиясын әзірлеу жөніндегі жобаны іске асыру үшін мынадай қызметкерлер қажет:

1. Әзірлеуші;
2. Жоба жетекшісі;

Имитациялық модельді әзірлеуге тартылған қызметкерлердің саны 6.3-кестеде келтірілген.

6.3 Кесте-жобаға тартылған қызметкерлер туралы деректер және олардың жалақысы

Атауы	Саны	Жалақысы , теңге
Әзірлеуші	1	300000
Жобаның жетекшісі	1	400000
Жиыны	2	700000

6.2.3 Жобаны іске асыру мерзімдерін айқындау

Бағдарламалық өнімді жобалау және әзірлеу кезеңдерден тұрады және келесі жұмыс түрлерін қамтиды:

1-кезең-мәселені белгілеу, қажетті ақпаратты жинау, дипломдық жобаның құрылымын әзірлеу;

2 – кезең-ғарыш аппараттарын жобалау логикасы мен технологиясын талдау;

3 – кезең-жобалаудың негізгі стандарттарын талдау;

4 – кезең-ҒА жобалаудың логикасы мен технологиясын әзірлеу;

5 кезең-стандарттарға сәйкестігін тексеру, есепті тексеру және тапсыру.

Жобаны іске асырудың әрбір кезеңін орындау үшін қажетті апталардың жалпы саны 6.4-кестеде көрсетілген.

6.4 Кесте-жобаны іске асыру кезеңдері мен мерзімдері

Кезең атауы		Жауапты адам	Апта саны
1-кезең	Міндет қою	Жетекші	1 апта
	Әдебиеттерді таңдау және зерттеу	Жетекші, әзірлеуші	2 апта
	Жобаның құрылымын әзірлеу	Жетекші	1 апта
2-кезең	Ғарыш аппараттарын жобалау логикасы мен технологиясын талдау	Әзірлеуші	1 апта
3-кезең	Жобалаудың негізгі стандарттарын талдау	Әзірлеуші	1 апта

6.4 Кестенің жалғасы

4 - кезең	ҒА жобалау логикасын әзірлеу	Әзірлеуші	2 апта
	ҒА жобалау технологиясын әзірлеу	Әзірлеуші	2 апта
5 - кезең	Жобалық құжаттаманы жасау	Әзірлеуші, жетекші	1 апта
	Стандарттарға сәйкестігін тексеру	Жетекші	1 апта
	Есепті тексеру және тапсыру	Әзірлеуші, жетекші	1 апта

Графикалық даму жобасы 6.5-кестеде келтірілген.

6.5 Кесте -графикалық әзірлеу жобасы

Кезең атауы		Апта жұмыстары									
1-кезең	Міндет қою	■									
	Әдебиеттерді таңдау және зерттеу	■	■								
	Жобаның құрылымын әзірлеу		■								
2-кезең	Логика мен технологияны талдау ғарыш аппараттарын жобалау			■							
3-кезең	Жобалаудың негізгі стандарттарын талдау				■						
4-кезең	ҒА жобалау логикасын әзірлеу					■	■				
	Жобалау технологиясын әзірлеу							■	■		
5-кезең	Жобалық құжаттаманы жасау								■		
	Стандарттарға сәйкестігін тексеру									■	
	Есепті тексеру және тапсыру										■

6.3 Жүйені әзірлеуге арналған шығындар

Жүйені әзірлеу шығындары (өндірістік шығындар) - бұл инновациялық процестің барлық кезеңдеріндегі бір реттік шығындар: зерттеу, әзірлеу, тәжірибелік тексеру. Жобаны әзірлеуге кететін шығынды анықтау калькуляцияның жоспарлы өзіндік құнын құру арқылы жүзеге асырылады. Жоспарлы өзіндік құнға оларды қаржыландыру көзіне қарамастан, оны орындауға байланысты барлық шығындар кіреді.

Жобаны әзірлеудің барлық құны 6.1 формула бойынша анықталады:

$$Өқ = ЕТҚ + Әқа + А + Э + ҮШ \quad (6.1)$$

мұнда Өқ-өзіндік құн;

ЕТҚ-еңбекақы төлеу қоры;

Әқа-әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар;
А-амортизациялық аударымдар;
Э-электр энергиясына арналған шығындар;
Ү-үстеме шығындар.

6.3.1 Еңбекақы төлеу қорының есебі

Еңбекақы төлеу қоры (ЕТҚ) – бұл негізгі және қосымша жалақыдан қалыптастырылатын және 6.2 формула бойынша айқындалатын белгілі бір кезеңдегі барлық қызметкерлердің еңбегіне ақы төлеуге арналған кәсіпорынның жиынтық шығындары:

$$ЕТҚ = Ж_{нег} + Ж_{қос} \quad (6.2)$$

мұндағы $Ж_{нег}$ - негізгі жалақы; $Ж_{қос}$ – қосымша жалақы, тг.

БӨ әзірлеу кезеңдерінде дамуға қатысушылар тең емес қатысады, ол үшін орташа күндік кірісті, содан кейін жалақының жалпы мөлшерін есептеу керек.

Әрбір қызметкердің орташа күндік табысы мына формула бойынша есептеледі:

$$D = \frac{Ж_а}{К_ж} \quad (6.3)$$

мұндағы, $Ж_а$-ай сайынғы жалақы мөлшері, теңге;
$К_ж$-бір айдағы жұмыс күндерінің саны (22 күн – бес күндік жұмыс аптасы).

1. Әзірлеуші: D = 300000/22 = 13636 теңге/күн
2. Жетекші: D = 220000/22 = 18181 теңге/күн

Бір сағаттық жалақы мына формула бойынша есептеледі:

$$Н = \frac{Ж_а}{К_ж \cdot С_ж} \quad (6.4)$$

мұндағы, $Ж_а$-ай сайынғы жалақы мөлшері, теңге;
$К_ж$-бір айдағы жұмыс күндерінің саны (22 күн – бес күндік жұмыс аптасы);
$С_ж$ - жұмыс күнінің ұзақтығы, сағат (8 сағаттық жұмыс күні кезінде).

1. Әзірлеуші: Н = 300000/22*8 = 1704 теңге/сағ
2. Жоба жетекшісі: Н = 400000/22*8 = 2272 теңге/сағ

Циклдің ұзақтығы жұмыстың әрбір түрі бойынша күндермен мына формула бойынша анықталады:

$$t_n = \frac{T}{q_n \cdot z \cdot K} \quad (6.5)$$

мұндағы, Т-кезеңнің еңбек сыйымдылығы, норма-сағат;
q_n-кезең бойынша орындаушылар саны;
z - жұмыс күнінің ұзақтығы, z = 8 сағат ;
К-уақыт нормаларының орындалу коэффициенті, К=1,1.

Имитациялық модельді әзірлеуге тартылған қызметкерлердің негізгі жалақысына арналған шығындарды есептеудің жиынтық нәтижелері 6.6-кестеде келтірілген.

6.6 Кесте - негізгі жалақыға арналған шығындарды есептеудің жиынтық нәтижелері

Жұмыстардың атауы	Орындаушы	Еңбек сыйымдылығы		Цикл ұзақтығы, күндер	Бір сағаттық жұмыс үшін жалақы, теңге	Жалақы сомасы, теңге
		Нормо-сағат	Жалпы еңбек сыйымдылығы, %			
1 Міндет қою	Жетекші	15	4,10	2	2272	34080
2 Әдебиеттерді таңдау және зерттеу	Жетекші	24	6,56	3	2272	54528
	Әзірлеуші	24	6,56	3	1704	40896
3 Жобаның құрылымын әзірлеу	Жетекші	28	7,65	3	2272	63616
4 Ғарыш аппараттарын жобалау логикасы мен технологиясын талдау	Әзірлеуші	80	21,86	9	1704	136320
5 Негізгі жобалау стандарттарын талдау	Әзірлеуші	60	16,39	7	1704	102240

6.6-кестенің жалғасы

6 ҒА жобалау логикасын әзірлеу	Әзірлеуші	30	8,20	3	1704	51120
7 ҒА жобалау технологиясын әзірлеу	Әзірлеуші	35	9,56	4	1704	59640
8 Жобалық құжаттаманы жасау	Жетекші	15	4,10	2	2272	34080
	Әзірлеуші	15	4,10	2	1704	25560
9 Стандарттарға сәйкестігін тексеру	Жетекші	12	3,28	1	2272	27264
10 Есепті тексеру және тапсыру	Жетекші	14	3,83	2	2272	31808
	Әзірлеуші	14	3,83	2	1704	23856
Жиыны		366	100	43		685008

Қосымша жалақы негізгі жалақының 10% құрайды және 6.6 формула бойынша есептеледі:

$$Ж_{кос}=Ж_{нег}\times 0,1 \qquad (6.6)$$

$Ж_{кос}$ = 685008 × 0,1 = 68500 теңге

Осылайша, еңбекақы төлеудің жиынтық қоры:

ЕТҚ = 685008 + 68500 = 753508 теңгені құрайды

6.3.2 Әлеуметтік салық бойынша шығындарды есептеу

Әлеуметтік салық қызметкердің табысынан 11% - ды құрайды (358-б., ҚР СК 1-т.) және 6.7 формула бойынша есептеледі:

$$Ә_с = (ЕТҚ - ЗЖ) \times 0,11 \qquad (6.7)$$

мұнда, ЗЖ - ЕТҚ-ның 10%-ын құрайтын және әлеуметтік салық салынбайтын зейнетақы жарналары.

$$ЗЖ = ЕТҚ \times 0,1 \quad (6.8)$$

ЗЖ = 753508 × 0,1 = 75350 теңге
Әлеуметтік мұқтаждықтарға аударымдардың мөлшері:
$Ә_с$ = (753508 - 75350) × 0,11 = 74597,38 теңге

6.3.3. Амортизациялық аударымдарды есептеу

Амортизациялық аударымдар 6.9 формула бойынша есептеледі:

$$A_i = \frac{H_A \cdot C_{бас} \cdot N}{100 \cdot 12 \cdot n} \quad (6.9)$$

мұндағы: H_A - амортизация нормасы;
$C_{бас}$-жабдықтың бастапқы құны;
N-жұмыстарды орындауға арналған күндер саны;
n-жұмыс айындағы күндер саны.

Компьютерлік техника мен бағдарламалық қамтамасыз етуге арналған H_A амортизациясының нормасы барлық құнының 40% - ын құрайды.

Пайдаланылатын жабдық пен бағдарламалық қамтамасыз ету бойынша амортизациялық аударымдар мыналарды құрайды:

$$A_1 = \frac{40 * 20990 * 43}{100 * 12 * 22} = 13681 \text{ теңге}$$

$$A_2 = \frac{40 * 106490 * 43}{100 * 12 * 22} = 6937 \text{ теңге}$$

$$A_3 = \frac{40 * 10800 * 43}{100 * 12 * 22} = 703 \text{ теңге}$$

$$A_4 = \frac{40 * 57200 * 43}{100 * 12 * 22} = 3726 \text{ теңге}$$

$$A_5 = \frac{40 * 250000 * 43}{100 * 12 * 22} = 16287 \text{ теңге}$$

$$A = 13681 + 6937 + 703 + 3726 + 16287 = 41334 \text{ теңге}$$

2.3.4 Электр энергиясына шығындарды есептеу

Өндіріс процесінде электр жабдықтары қолданылатындықтан, электр энергиясының құнын есептеу керек. Өндірістік қажеттіліктерге арналған электр энергиясының шығындары жабдыққа және қосымша қажеттіліктерге жұмсалатын электр энергиясының шығындарын қамтиды.

$$Э = Ш_{эл.эн.жаб} + Ш_{қос.қаж} \quad (6.10)$$

мұндағы, $Ш_{эл.эн.жаб}$ - жабдықтың энергия шығындары;
$Ш_{қос.қаж}$ -қосымша қажеттіліктерге арналған электр энергиясының шығындары.

Жабдыққа жұмсалатын электр энергиясының шығындары 6.11 формуласы бойынша есептеледі:

$$Ш_{эл.эн.жаб} = W \times T \times S \times K_{пайд} \quad (6.11)$$

мұндағы W-тұтынылатын қуат, Вт;
Т-жабдықтың жұмыс істеу сағаттарының саны;
S-электр энергиясының киловатт - сағат құны (1квтсағ = 14,36 теңге);
$К_{пайд}$-пайдалану коэффициенті ($К_{пайд}$ = 0,9).

W = 90 Вт = 0,09 кВт(ДК қуаты);

Т = 43 × 5 = 215 сағат;

S = 14,36 теңге .

Негізгі жабдықтың электр энергиясына арналған шығындар сомасы:

$Ш_{эл.эн.жаб}$ = 0,09 × 215 × 14,36 × 0,9 = 250,1 теңге .

Қосымша қажеттіліктерге арналған шығындар жабдыққа арналған шығындардың 5% мөлшеріндегі ірілендірілген көрсеткіш бойынша алынады:

$$Ш_{қос.қаж} = 0{,}05 \times Ш_{эл.эн.жаб} \quad (6.12)$$

$Ш_{қос.қаж}$ = 0,05 × 250,1=12,5 теңге

Электр энергиясының жалпы шығындары:

Э = 250,1+12,5=262,6 теңге

6.3.5 Үстеме шығындарды есептеу

Үстеме шығындар барлық шығындардың 50% - ын құрайды және мынадай формула бойынша есептеледі:

$$ҮШ = (ЕТҚ + Ә_с + А + Э) \times 0{,}5 \quad (6.13)$$

Үстеме шығындар 6.13 формуласы бойынша есептелінеді:

ҮШ= (753508 + 74597,38 + 41334 + 262,6) × 0,5 = 434850,94 теңге

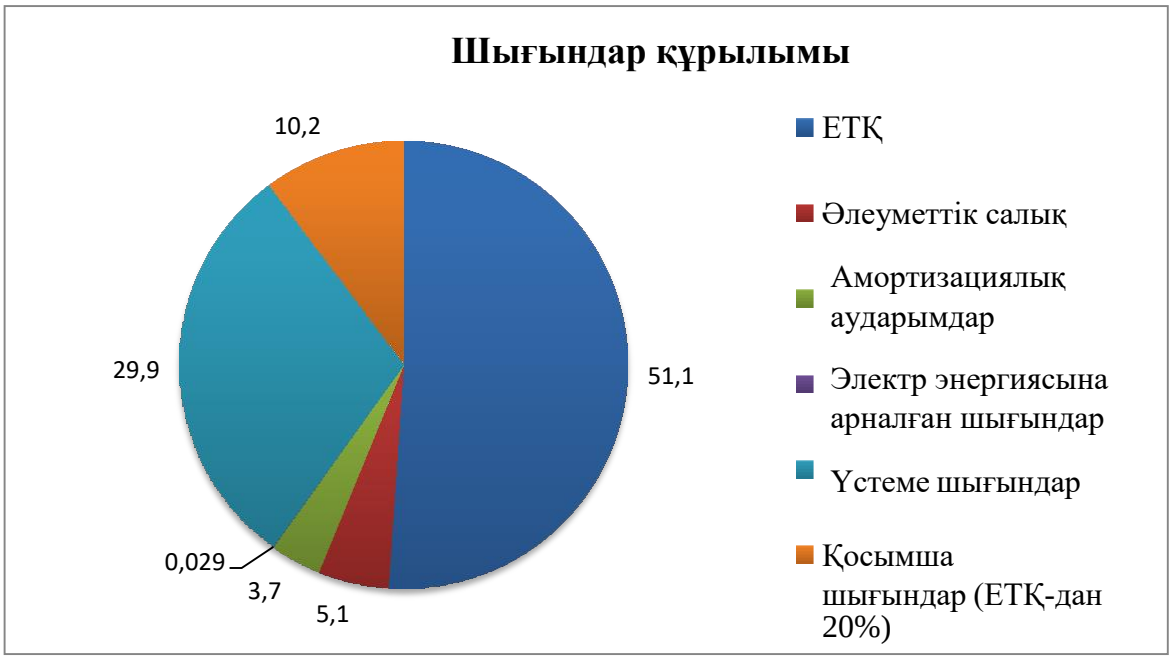
Осылайша, 6.1 формуласына сәйкес бағдарламалық өнімді әзірлеу бойынша жалпы шығындар:

$Ө_к$ = 753508 + 74597,38 + 41334 + 262,6 + 434850,94 = 1304552,92 теңге

Имитациялық модельді әзірлеу бойынша шығындар сметасы мен шығындар құрылымы 6.7-кестеде және 6.1-суретте көрсетілген.

6.7 Кесте-Наноспутникті энергиямен жабдықтау жүйесінің имитациялық моделін әзірлеу құны

Шығындар баптарының атауы	Сомасы, теңге	Құрылым шығындары, %
ЕТҚ	753508	51,1
Әлеуметтік салық	74597,38	5,1
Амортизациялық аударымдар	41334	3,7
Электр энергиясына арналған шығындар	262,6	0,029
Үстеме шығындар	434850,94	29,9
Қосымша шығындар (ЕТҚ-дан 20%)	150701	10,2
Жиыны	1455253,92	100



6.1 Сурет-Имитациялық модельді әзірлеу бойынша шығындардың құрылымы

6.4 Сату бағасы

Бағдарламалық өнімді сату бағасы оның құны мен пайдасынан құралады:

$$Б = Ө_к + П \quad (6.14)$$

мұнда $Ө_к$-өнімнің құны;
П-пайда.

Бастапқы бағаны айқындау кезінде бағдарламалық өнімді өткізу үшін рентабельділік деңгейін (20%) белгілеу керек:

$$Б_б = Ө_к \times (1+Р/100) \quad (6.15)$$

мұндағы, Р-рентабельділік(20%).

Б=1304552,92 × (1 + 0,2) = 1565463,504 теңге.

Дайын өнімді өткізу бағасы мынадай формула бойынша есептеледі:

$$Б_р = Б_б + ҚҚС \quad (6.16)$$

мұнда, ҚҚС-қосымша құн салығы.

ҚҚС мына формула бойынша есептеледі:

$$ҚҚС = Б_б \times 0,12 \quad (6.17)$$

ҚҚС = 1565463,504 × 0,12 = 187855,6 теңге .

$Б_р$ = 1565463,504 + 187855,6 = 1753319,104 теңге.

Қорытындылай келе, бұл жоба ең алдымен университеттер мен студенттер үшін, түрлі білім беру мақсаттарын іске асыру үшін жағдай жасау үшін, сондай-ақ қызметі ғарыш аппараттарын жобалаумен байланысты ғылыми институттар үшін жасалған. Ғарыштық аппаратты жобалаудың логикасы мен технологиясын әзірлеу студенттердің теориялық танымдарын жақсарту үшін ғана емес, сонымен қатар ғарыштық техника мен технологиялар саласында практикалық тәжірибе алу үшін, зертханалық базаны қалыптастыру және университет студенттерінің наноспутниктерді құрастыру бойынша жобаларды іске асыру мақсатында орындалды. Ғарыш аппараттарын жобалау кезінде жобалау мақсаттарын, ғарыш аппараттарының сипаттамалары мен параметрлерін, оның пайдалы жүктемесін және басқа да көптеген жобалық деректерді қалай таңдау керектігін білу өте маңызды; кезеңдік күнтізбелік жоспарды қалай құруға болады, сападағы сәйкессіздіктер мен қателіктердің алдын алуға болады; сондықтан мен бұл жоба

өзекті болып табылады және көптеген оқу орындары мен кәсіпорындарға қызықты болады деп санаймын. Ғарыш аппаратын жобалау логикасы мен технологиясын әзірлеу жобаның өзін іске асыру басталғанға дейін жобалау параметрлерін неғұрлым оңтайлы таңдауға мүмкіндік береді, бұл жобаны ең аз шығынмен іске асыруға мүмкіндік береді. Бұл бөлімде ұсынылған жобаның техникалық-экономикалық негіздемесі ұсынылған.

Экономикалық есептеу нәтижесінде бағдарламалық өнімді әзірлеуге шығындар 1304552,92 теңгені құрады. Шығындардың негізгісі жалақы болып табылады, ол барлық шығындардың 51,1% - ын құрайды. Екінші орында барлық шығындардың 29,9% - ын құрайтын үстеме шығындар. Бағдарламалық өнімді сату бағасы-1753319,104 теңге.

Ұсынылған дамуды бірнеше рет және әртүрлі вариацияларда жүзеге асыруға болады, бұл осы жобаның тиімділігін растайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста CubeSat спутниктерінің дамуы, миссиясы, құрылымы бойынша шолу жүргізілген. Спутниктердің ұшырылу түрлері жайлы жазылған. Қазақстандағы наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі жайлы баяндалған. CubeSat стандартты спутниктерінің арзан құны мен тез жасалу уақыты оқу жүйесінде маңызды рөл атқаратыны көрсетілген. Тек оқу жүйесінде ғана емес ғарыштық миссиялар және коммерциялық мақсаттарда да қолданылатыны жайлы жазылған. Көлеміне қарамастан, спутниктер әртүрлі ғылыми және зерттеу мәселелерін шеше алатыны жайлы жазылған. CubeSat технологиясына сай келетін ғарыш аппараттарының ресурстарының экономикалық негіздемесі бойынша жан-жақты талдау және есептеулер жүргізілген.

CubeSat-тың төмендетілген талаптары арнайы тапсырыстар мен сынақтарсыз қолдануға мүмкіндік береді. Бұл арзан компоненттерді сатып алуға және заманауи, жетілдірілген элементтерді қолдануға мүмкіндік береді.

CubeSat спутниктері ғарыштық эксперименттер мен зерттеулер практикасына берік енді. Оқу процесінде шағын спутниктерді қолдану кеңінен қолданылады. CubeSat спутниктері студенттерге, жас мамандарға спутникті толықтай жобалап, оны ұшырып және қондыру сәттерін өз қолымен жасауға мүмкіндік береді.

ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР ТІЗІМІ

CSLI - CubeSat іске қосу бастамасы
EELV- жетілдірілген бір реттік зымыран тасығыш
ESPA - EELV екінші жүктеме адаптері
GEVS - экологиялық тексерудің жалпы стандарты
FPGAs - далалық бағдарламаланатын вентильді матрицалар
NASA - аэронавтика және ғарыш кеңістігін зерттеу жөніндегі ұлттық басқарма
PCB - баспа платасы
COTS - Commercial off-the-shelf
ӨБО - Өнімділікті басқару орталығы
АСТ-Аналогты-сандық түрлендіргіш
ЖҚҚ-Жақтауды қалыптастыру құрылғысы
БУЖ-бағдарламалық-уақыттық жүйе
ТМА-телеметриялық ақпарат
ҰБО-ұшуды басқару орталығы
БРК- бір реттік команда
КРЛ- командалық радиолиния
ҰҰА-ұшқышсыз ұшу аппараттары
ҚҚС- Қосылған құн салығы
БӨ- бағдарламалық өнім
БҚЕ- бағдарламалық қамтамасыз ету

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Храмов Д.А. Миниатюрные спутники стандарта «CUBESAT». Сілтеме: https://www.researchgate.net/publication/311675796_Miniaturnye_sputniki_standarta_CubeSat
2. Недетские кубики: как кубсаты сделают космос доступным для всех. Иван Сычев.11.04.2022 ж. Сілтеме: https://hightech.fm/2022/04/11/cubesat-space
3.Кубсат. Сілтеме: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%B1%D1%81%D0%B0%D1%82
4. Когда кубсаты стали большими.Блог компании Даурия Аэроспейс. 14.04.2015ж. Сілтеме: https://habr.com/ru/company/dauria/blog/366807/
5. Вестник Евразийской науки. 2019, №1, Том 11/2019, No 1, Vol 11. Сілтеме: https://esj.today/PDF/04ECVN119.pdf
6. Structures, Materials, and Mechanisms. Сілтеме: https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/structures-materials-and-mechanisms#6.2
7. КОСМИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ.Сборник научных трудов II Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. 10.04.2014 ж.Сілтеме: https://docplayer.com/26137122-Kosmicheskoe-priborostroenie.html
8. Лекция 16. Принципы построения системы передачи телеметрической информации. Сілтеме: https://libr.aues.kz/facultet/frts/kaf_tks/36/umm/tks_1.htm#_Toc191309002
9. Малые искусственные спутники земли. 25.02.2022 ж. Сілтеме: https://www.kaznu.kz/ru/3/news/one/27607/
10. Индия запустила казахстанский спутник «Аль-Фараби-1». 15.07.2017 ж. Сілтеме: https://www.inform.kz/ru/indiya-zapustila-kazahstanskiy-sputnik-al-farabi-1_a2999759
11. Молодые казахстанцы собирают наноспутники, которые запускает SpaceX. 14.08.2020 ж. Сілтеме: https://ruh.kz/ru/2020/08/14/molodye-kazahstanczy-sobirayut-nanosputniki-kotorye-zapuskaet-spacex/
12. Университетский наноспутник успешно запущен в космос. 04.12.2018 ж. Сілтеме: https://www.kaznu.kz/ru/3/news/one/14878/
13. Образовательный проект по разработке наноспутников UniSat. Сілтеме: https://astanahub.com/blog/obrazovatelnyi-proekt-po-razrabotke-nanosputnikov-unisat1626172078?locale=ru
14. Казахстанские девушки научатся собирать наноспутники. Сілтеме: https://unisat.kz/ru/info/post/12/
15. Дотянулись до звезд: 20 казахстанок запустили наноспутник в стратосферу. 30.10.2020ж. Сілтеме: https://ru.sputnik.kz/20201030/kazakhstanki-nanosputnik-stratosfera-15342997.html

16. 20 участниц программы UniSat запустили наноспутник. 10.05.2022 ж. Сілтеме: https://www.gazeta.uz/ru/2022/05/10/unisat/
17. ТОО "Ғалам". Сілтеме: https://documentolog.kz/clients/show/189
18. «Ғалам». Сілтеме: https://ghalam.kz/en/kompaniya-2
19. «Қазақстан ғарыш сапары» ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамы. Сілтеме: https://www.gharysh.kz/kazversiya/okompaniikaz/
20. «Қазақстан ғарыш сапары» ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамы . Сілтеме: https://www.gharysh.kz/kazversiya/sbikkz/

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ және ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

дипломдық жоба

Мамаз Жансая Ақылбайқызы

5В074600 – «Ғарыштық техника және технологиялар» мамандығы бойынша

Тақырыбына: **«CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері»**

Дипломдық жұмысты орындау барысында CubeSat наноспутниктерінің дамуы мен миссиясына шолу жасалды, спутник құрылымы мен құру принциптері, әзірлеу, жобалау, бағдарлау және тұрақтандыру жүйесі, телеметриялық ақпаратты беру жүйесін құру принциптері, соның ішінде Қазақстандық наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі жайына да сараптама жасалды.

Дипломдық жобаны жасау барысында Жансая өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсететін, жауапты да белсенді студент ретінде көрсете білді.

Жалпы дипломдық жобаны 91 балл деп бағалап, ал студент Мамаз Жансая 5В074600 – «Ғарыштық техника және технологиялар» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай деп ойлаймын.

Ғылыми жетекші
ЭТж/еКТ каф, техн.ғыл.кандидаты
_____ Таштай Е

(колы)
«27» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмысқа

РЕЦЕНЗИЯ

Мамаз Жансая

5В074600 – Ғарыш техникасы және технологиялары

Тақырыбы «CubeSat әзірлеу және жобалау негіздері»

Мамаз Жансаяның дипломдық жұмысында кең таралған CubeSat стандарттарына сай келетін ғарыш спутниктері жайлы айтылған. CubeSat спутниктерінің дамуы, миссиясы, құрылымы бойынша қысқаша әдибе шолу жүргізілген. Спутниктердің ұшырылу түрлері жайлы жазылған. Қазақстандағы наноспутниктерді әзірлеу тәжірибесі жайлы баяндалған. CubeSat стандартты спутниктерінің арзан құны мен тез жасалу уақыты оқу жүйесінде маңызды рөл атқаратыны көрсетілген. Тек оқу жүйесінде ғана емес ғарыштық миссиялар және коммерциялық мақсаттарда да қолданылатыны жайлы жазылған. Көлеміне қарамастан, спутниктер әртүрлі ғылыми және зерттеу мәселелерін шеше алатыны жайлы жазылған.

CubeSat технологиясына сай келетін ғарыш аппараттарының ресурстарының экономикалық негіздемесі бойынша жан-жақты талдау және қажетті есептеулер жүргізілген. Бұл алынған нәтижелер, осы салада жүрген барлық жас мамандарға керекті ақпарат деп ойлаймын. Тек, Мамаз Жансаяның дипломдық жұмысында ҒА жобалау жайлы ақпарат келтірілмеген және оны әзірлеу бойынша нәтижелер мардымсыз аз.

Жалпы, дипломдық жұмыс «жақсы» деген бағаға, ал білім алушы Мамаз Жансая 5В074600 - Ғарыш техникасы және технологиялары мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Рецензент
PhD, «Ғарыштық инженерия» кафедрасының меңгерушісі.
Г.Даукеев атындағы Алматы Энергетика және Байланыс Университеті,
_____ Төлендіұлы Санат
«27» 08 2022 ж.

Ғарыштық инженерия және телекоммуникациялар институты
ИКИТК Институт космической инженерии и телекоммуникаций

Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Мамаз Жансая Ақылбайқызы

Тақырыбы: CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері

Жетекшісі: Ерлан Таштай

1-ұқсастық коэффициенті (30): 7.6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.2

Дәйексөз (35): 7.2

Әріптерді ауыстыру: 13

Аралықтар: 8

Шағын кеңістіктер: 2

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☑ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

26.05.2022
Күні

Кафедра меңгерушісі

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мамаз Жансая Ақылбайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 7.6

Коэффициент Подобия 2: 2.2

Микропробелы: 2

Знаки из здругих алфавитов: 13

Интервалы: 8

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

26.05.2022

Дата

Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мамаз Жансая Ақылбайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: CUBESAT әзірлеу және жобалау негіздері

Научный руководитель: Ерлан Таштай

Коэффициент Подобия 1: 7.6

Коэффициент Подобия 2: 2.2

Микропробелы: 2

Знаки из здругих алфавитов: 13

Интервалы: 8

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

26.05.2022
Дата

С. Нарисуи
проверяющий эксперт