

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Тұрғанов Сұлтан Болатұлы

Қоршаған ортаға ұшыратын зымыран тасымалдаушының техногендік әсер ету  
мәселесінің жай-күйін талдау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

5B074600 – «Ғарыштық техника және технология» мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

И.Сырғабаев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Қоршаған ортаға ұшыратын зымыран тасымалдаушының  
техногендік әсер ету мәселесінің жай-күйін талдау»

5B074600 – «Ғарыштық техника және технология» мамандығы

Орындаған:

Тұрғанов С.Б.

Рецензент:

Ғылыми жетекші:

АЕТИ аға ғылыми қызметкері, PhD

техн. ғыл. маг.

 Ахметжанов М. А.

 А. Бапышев

«25» \_\_\_\_ 05 \_\_\_\_ 2020 ж.

«25» \_\_\_\_ 05 \_\_\_\_ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті  
Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы  
5B074600 – Ғарыштық техника және технология

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

Е.Таштай

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

### Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Тұрғанов Сұлтан Болатұлы

**Тақырыбы:** Қоршаған ортаға ұшыратын зымыран-тасымалдаушының техногендік әсер ету мәселесінің жай-күйін талдау

Университет ректорының « 27 » 01 2020 ж. № 762-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 02 » 06 2020 ж.

**Жобаның бастапқы мәліметтері:** зымыран тасымалдаушының істен шыққан сатыларының құлау аудандарының экологиялық жай-күйі.

Дипломдық жобада өңделетін сұрақтар, дипломдық жобаның қысқаша мазмұны:

а) Қазақстан Республикасының аумағында бөлінген құлау ауданының қысқаша сипаттамасы

ә) Қоршаған ортаның және құлау аудандарының ҒНЗ өтелген бөліктерімен ластану көздері

б) Зымыран тасығыштардың бөлінетін бөліктерінің құлау аудандарын пайдалану ерекшеліктері

в) Зымыран отынының жоғары уытты компоненттерінің қоршаған ортаға түсу салдары

г) ЗТ-ны іске қосылуының техногендік әсерін төмендету әдістері

**Сызбалық материалдар тізімі:**

**1. Сызба материалдары 6, 9 слайдтарда көрсетілген.**

**2. Және б. Сызба материалдар, 20 слайдтан артық емес**


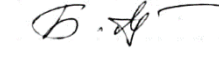
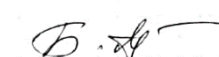
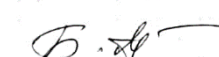
**Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:** 2 атау

1. ГОСТ Р52925-2008. Изделия космической техники. Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства. М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.



2. Суйменбаев Б.Т., Трушляков В.И., Ермолдина Г.Т., Бапышев А.М. Разработка научно-методического обеспечения снижения техногенного

воздействия пусков ракет-носителей в районах падения космодрома Байконур//  
Международная конференция «КАДЕХ-2018». МОАП. - Астана, 2018.


Дипломдық жобаны дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Аналитикалық бөлім	13.03.2020	
Қоршаған ортаның және құлау аудандарының ҒНЗ өтелген бөліктерімен ластану көздері	28.03.2020	
Гептилдің құлау аудандарындағы қоршаған ортаға әсері	19.04.2020	
ЗТ-ны іске қосылуының техногендік әсерін төмендету әдістері	05.05.2020	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған  
**қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Аналитикалық бөлім	А. Бапышев тех. ғыл. маг.	13.03.2020	
Негізгі бөлім	А. Бапышев тех. ғыл. маг.	05.05.2020	
Норма бақылаушы	Хабай А. PhD докторы	30.05.2020	

Ғылыми жетекшісі  А. Бапышев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  С. Тұрғанов

Күні " 30 " 05 2020 ж.

## АҢДАТПА

Қозғалтқыштың бөлетін бөліктерінің ауыру белгілері белгіленген жерлерге қатты қонуы құрылымның құлауына, зымыран отынының компоненттерінің (ЗОК) қалған бөлігінің құйылуына, өрттерге алып келеді, нәтижесінде антропогендік салдарды толық жою үшін үлкен шығындар қажет.

Шығару құралдарын құру және пайдалану бойынша қазіргі уақытта қолданылатын технологияда өнімнің өмірлік циклі ұшыру сатысының сатылары бөлінген кезде кезең-кезеңмен жүзеге асырылады. Бұл жағдай зымыран қондырғыларының өмірлік циклы аяқталғаннан кейін туындаған экологиялық және апаттық салдар үшін әзірлеушінің жауап бермейтіндігіне әкеледі. Тиісінше, ұшыру аппараттарын жасаушылар өмірлік циклді ұзарту мақсатында ұшырылатын көлік құралдарын модернизациялауға инвестиция салуға мүдделі емес, өйткені ұшыру аппараттарын жасаумен айналыспайтын басқа ұйымдар Қазақстан мен Ресейдің ғарыш орталықтарында ұшырудың антропогендік салдарын жоюға қатысады.

Бұл жұмыста біз ұшырылған сатылар құлаған аудандардағы, оның ішінде Байқоңыр ғарыш айлағының құлауы зерттелген аудандарындағы ұшырылатын аппараттардың қоршаған ортаға антропогендік әсер ету мәселесінің жай-күйін талдаймыз.

## АННОТАЦИЯ

Жесткое приземление отделяющихся частей ракеты-носителя в отведенные районы падения приводит к развалу конструкции, разливу остатков компонентов ракетного топлива (КРТ), возникновению пожаров и, как следствие, требует больших затрат на полную ликвидацию техногенных последствий.

В принятой в настоящее время технологии создания и применения средств выведения жизненный цикл изделия поэтапно завершается в моменты разделения ступеней РН. Это обстоятельство приводит к тому, что разработчик не отвечает за последствия экологического и чрезвычайного характера, возникших после завершения жизненного цикла ракетных блоков. Соответственно разработчики средств выведения не заинтересованы во вложении средств в модернизацию ракет-носителей с целью продления жизненного цикла, поскольку ликвидацией техногенных последствий пусков РН на сухопутных космодромах Казахстана и России занимаются другие организации, никак не связанные с разработкой средств выведения.

В данной работе рассматриваются анализ состояния проблемы техногенного воздействия пусков ракет-носителей на окружающую среду в районах падения отработавших ступеней, в том числе и для исследуемых районов падения космодрома Байконур.

## ANNOTATION

A hard landing of the separating parts of the launch vehicle in the designated areas of incidence leads to the collapse of the structure, the bottling of the remainder of the components of rocket fuel (CRF), fires and, as a result, requires high costs for the complete elimination of anthropogenic consequences.

In the currently adopted technology for the creation and use of means of excretion, the product life cycle is phased in at the moment of separation of the stages of the launch vehicle. This circumstance leads to the fact that the developer is not responsible for the environmental and emergency consequences that arose after the completion of the life cycle of missile units. Accordingly, the developers of launch vehicles are not interested in investing in the modernization of launch vehicles in order to extend the life cycle, since other organizations that are not involved in the development of launch vehicles are involved in the elimination of the anthropogenic consequences of launches at the space centers of Kazakhstan and Russia.

In this paper, we analyze the state of the problem of the anthropogenic impact of launch vehicle launches on the environment in the areas where the spent stages fall, including the studied areas of the fall of the Baikonur Cosmodrome.

## МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	9
1	Қазақстан Республикасының аумағында бөлінген құлау ауданының қысқаша сипаттамасы	11
2	Қоршаған ортаның және құлау аудандарының ҒНЗ бөлінетін бөліктерімен ластану көздері	13
2.1	Зымыран тасығыштардың бөлінетін бөліктерінің құлау аудандарын пайдалану ерекшеліктері	17
2.2	Зымыран отынының жоғары уытты компоненттерінің қоршаған ортаға түсу салдары	18
2.3	Гептилдің құлау аудандарындағы қоршаған ортаға әсері	19
3	ЗТ-ны ұшырудың техногендік әсерін төмендету әдістері	21
	Қорытынды	28
	Қысқартулар тізімі	29
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	30



## КІРІСПЕ

Қозғалтқыштың бөлетін бөліктерінің ауыру белгілері белгіленген жерлерге қатты қонуы құрылымның құлауына, зымыран отынының компоненттерінің (ЗОК) қалған бөлігінің құйылуына, өрттерге алып келеді, нәтижесінде антропогендік салдарды толық жою үшін үлкен шығындар қажет.

Шығару құралдарын құру және пайдалану бойынша қазіргі уақытта қолданылатын технологияда өнімнің өмірлік циклі ұшыру сатысының сатылары бөлінген кезде кезең-кезеңмен жүзеге асырылады. Бұл жағдай зымыран қондырғыларының өмірлік циклы аяқталғаннан кейін туындаған экологиялық және апаттық салдар үшін әзірлеушінің жауап бермейтіндігіне әкеледі. Тиісінше, ұшыру аппараттарын жасаушылар өмірлік циклді ұзарту мақсатында ұшырылатын зымыран тасымалдаушыларды модернизациялауға инвестиция салуға мүдделі емес, өйткені ұшыру аппараттарын жасаумен айналыспайтын басқа ұйымдар Қазақстан мен Ресейдің ғарыш орталықтарында ұшырудың антропогендік салдарын жоюға қатысады.

Қазіргі уақытта зымыран тасымалдаушының (ЗТ) өтелген сатыларының (ОС) орбиталарындағы жарылыстардың алдын алу бойынша марштық СЗҚ-мен ЗТ қоршаған ортаға техногендік әсердің төмендеу үрдісі Support to the IADC Space Debris Mitigation Guidelines және отандық жұмыстарда келтірілген.

1. ЗТ ОС-тың құлау аудандарында ҚА ЗОК-тың төгілуін бейтараптандыру құралын, жерді рекультивациялауды, метал құрылымдарын кәдеге жаратуының экологиялық жай-күйдің тұрақты мониторингі және ҚА-ның пайдаланудың техногендік салдарларын есепке алу дерекқорының негізіндегі ЗТ-ның ОС-тың ҚА-да экологиялық паспортты толтырудың әдістерін дамыту және жетілдіру.

2. ЗТ ОС-ның Жерге құлауы кезінде экологиялық залалды төмендету тәсілдерін дамыту:

- жер тропосферасында жанармайдың шығарылуына және таралуына әкеп соқтыратын отын қалдықтарын қозғалтқыш жүйелерінің жану камерасы арқылы отау кезінде ЗОК-тың гидрожүйедегі тұйық аймақтан және жанармай мен тотықтырғышты бактардан алып тастау есебінен бейтараптандыру;

- ОС блоктарының шашырауын елеусіз азайтуға мүмкіндік беретін өтелген блоктардың еркін құлау процесі кезінде конструкциясының әдейі ашу;

- бірінші сатылы зымыран блоктарының параллель орналасуы, олар үшін тұрақтану, гипер дауысты жылдамдықтарын сөндіру және әуе-ғарыштық парашют жүйесін қолдану есебінен төмендету және т. б. қамтамасыз етіледі.

Көрсетілген үрдістер өзара іс жүзінде байланысты емес, ал экология бойынша талаптар негізінен ЗТ бірінші сатыларында уытты ЗОК қолданбау ұсынымдарына негізделеді.

Дегенмен, бұл мәселенің кешенді баламасының тамаша мысалы бар. Бұл жерде SpaceX компаниясының жобасы бар, онда атмосферада маневр жасағаннан кейін зымыран тасымалдаушының бірінші сатысы жер бетіне

немесе мұхитқа белгіленген орынға қатаң түрде қонады. Сондай-ақ, SpaceX-тен басқа, Blue Origin, Sierra Nevada Corporation және т. б. сияқты зымыран тасумалдаушының инновациялық модельдері салынууда. Falcon 9 ЗТ-ның энергетикалық-массивтік сипаттамасына ұқсас зымыран отынының оттегі-керосинді компоненті бар екі сатылы орта деңгейлі ұшыру аппараттарының мысалын қолдана отырып, динамикалық-ракеталық экипажды құтқару жүйесімен жабдықталған бірінші кезеңнің бөлінген бөлігінің мүмкін ұшу үлгілері талданады.

## 1 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫНДА ТАҢДАЛҒАН ҚҰЛАУ АУДАНЫНЫҢ ҚЫСҚАША СИПАТТАМАСЫ

Жалға алу Шартына сәйкес "Байқоңыр" кешенінде ЗТ ӨС-ның құлау территориясына жалпы алаңы 46 мың км<sup>2</sup> болатын 50-ге жуық құлау аудандары бөлінді. Ғарыш аппараттарын ұшырылғаннан кейін зымыран тасымалдаушылардың істен шыққан сатысының бөлінуі және жерге құлауы әрдайым бақыланады. Оларға өтелген сатылар, бас ағытқыштар және қосу бөліктері жатады. Осы бөліктердің ҚА шекаралары мен орналасқан жері әрбір жол үшін ҒА орбиталарына, олардың зымырандардың физикалық және энергетикалық шамаларына қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мүмкіндігінше, ең аз қоныстанған және шаруашылық қызметті барынша аз жүргізілетін участоктарда іріктеледі. Бөлінетін бөліктердің құлау орындарында жалдау шартының талаптарымен халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету, ЗТ-ның әрбір ұшырылуы кезінде жердің экологиялық жағдайын бақылау және қоршаған табиғи ортаны қорғау бойынша жүргізу жолдары ойластырылған. Роскосмос құлау аудандарын пайдалануды және талаптарды орындауды ФГУП "ЦЭНКИға" тапсырды.

ҚА аумағының инфрақұрылым объектілерінің нақты орналасуын және олардың ауданын ескере отырып, осы объектілерге ӨС түсу ықтималдығы ықтималдық тығыздық функциясының түсу ауданына туындысы ретінде есептеледі. Электр беру желілері (ЭБЖ) үшін бұл ықтималдық әртүрлі аралықтарда 0-ден 0,00185-ке дейін (0,185 пайыз) өзгереді. Қоштар мен қыстаулар үшін 0-ден 0,0246-ға дейін (2,46 пайыз). Құдықтардың жойылып кету ықтималдығы өте аз, өйткені бұл жағдайда түсу ауданы 0,0004 км құрайды, ал бұл жағдайда ықтималдықтың өзі 0,00001 (0,001 пайыз) мәнінен аспайды.

Табиғи объектілерден ашық су қоймалары неғұрлым осал. Жер асты суларының жоғарғы деңгей жиектеріне отын компоненттерінің кіргенде "тыныш" апаттың пайда болуы мүмкін. Аймақтық ағынды қалыптастыруға қатысатын жарықты-карст сулар осы тұрғыдан аса қауіпті, демек, ҚА шегінен тыс поллютанттар үшін транзит бола алады. Алайда мұндай жағдай қалдық емес (1.5 - 2.0%), ал өңделмеген отынның үлкен көлемде төгілетін авариялық жағдайда ғана мүмкін. Штаттық жағдай кезінде отынның көп бөлігі жарылыс кезінде ӨС құлауында жанады, тек қана қара суға тікелей түскенде жер асты суларының, әсіресе жылдың жаз мезгілінде тікелей зақымдануына әкелуі мүмкін.

Осы жобаның мақсаты үшін біз Байқоңыр ғарыш айлағынан зымыран-тасымалдаушыларды ұшырудың техногендік әсерінен неғұрлым тән экологиялық салдарлары бар аудан ретінде №15,25 ҚА-ны таңдап алдық.

15,25 ҚА аумағының батыс жартысындағы жазықтықты әлсіз бөлшектелген жердің үйлесімі болып табылады, негізінен саз бен саздақ және

орталық және шығыс бөліктеріндегі орташа бөлшектелген қыратты рельефтер, әр түрлі құрамның түбірлі жыныстарымен қалыптасқан. Түбірлік жыныстар ЗТ ӨС әсеріне төзімді. ЗТ ӨС әсеріне аз төзімді - әлсіз сазды-құмды топырақтар және сусымалы аллювиальді шөгінділер.

ЗТ құлаған кезде, топыраққа соққы беру және ЗОК қалдықтарының жер үстіндегі жарылысы нәтижесінде зымыран корпусының бұзылуы және оның нәтижесінде аумақтың металл фрагменттерімен ластануы орын алады. "Протон" ЗТ метал бөліктерінің жалпы салмағы 34 тоннаны құрайды. Фрагменттер бөліктерінің сызықтық өлшемі - 0.1 - ден 10-20 м-ге дейін болады. Қоршаған ортаға елеулі әсер ету-құлау орнында шұңқырдың пайда болуы. Бұйымның топырақ туралы соққы күші шамамен 10 кг/см<sup>2</sup> құрайды. Шұңқырлардың пайда болу мүмкіндігі құлау орын алатын топырақтың түріне байланысты. РП-25,15 топырақтары беріктілік көрсеткіші бойынша ерекшеленеді. Олардың ең мықтылары, мысалы, диориттер 1537 кг/см<sup>2</sup>, кварциттер - 1500-2000 кг/см<sup>2</sup> мәндеріне жетеді. Кристалды тақтатастардың 1200-1600 кг/см<sup>2</sup> беріктік көрсеткіші бар. Мұндай тау жыныстарының жер бетінде кең таралуы РП жалпы ауданының шамамен 25 пайызын құрайды. РП-25,15 аумағының шамамен 20 пайызын әктастар, құмтас, сазды тақтатастар, конгломераттар сияқты орташа беріктіктегі метаморфиялық жыныстар алып жатыр. Үлкен аумақтар РП-25,15 балшық, саздақ, құм, галечник ұсынылған шөгінді топырақтарды алып жатыр. Бұл топырақтың беріктігі 1,5-ден 20-40 кг/см<sup>2</sup> - ге дейін өзгереді.

Ең мықты жыныстар ауданның орталық бөлігінде және Дюсембай өз.бассейнінің солтүстік бөлігінде орналасқан. Бұл топырақтар (тау жыныстары) РП - ның ең биік беттеріне-Қазақ ұсақ шоқысының шеткі сілемдеріне ұштастырылған. Беріктігінің орташа көрсеткіштері бар топырақты ауданның орталық бөлігінен оның батыс шекараларына дейінгі кең аумақтар алып жатыр. Бұл топырақтар неоген-палеогенді балшықты, галечниктерді, құмды жабады, беріктігінің төмен көрсеткіштері болады. Механикалық әсер ету үшін ең осал емес-палеогенді құмдар болып табылады, олардың салыстырмалы түрде шағын аудандары ауданның барлық аумағында кездеседі. Бұл топырақтардың беріктілік көрсеткіші 5 кг/см-ден аспайды. Дәл осындай беріктік көрсеткішіне неоген-негізінен ауданның оңтүстік бөлігінде су бөліністерінде орналасқан төрттік саздақтар ие. 20 - 40 кг/см дейінгі беріктік көрсеткіштері бар топырақ негізінен түрлі жастағы балшық, галечниктер, конгломераттар және құмтас болып табылады. Олардың негізгі жатқан жері - ауданның шығыс бөлігі, Қарасуир және Жиде өзендері бассейндерінің солтүстік бөлігі және РП шеткі батыс шеті. Топырақтың беріктілік қасиеттерінің өзгеруінің маусымдық аспектісі көктемгі уақытта суға қанығумен байланысты. РП барлық дерлік топырақтары Елеулі жарықтық пен кеуектілікке ие болғандықтан, ылғалға қанығу олардың беріктігін төмендетеді. Мәселен, су қанықпаған күйдегі кристалл тақтатастар беріктігін 30 пайызға, жасыл тақтатастар - 50 пайызға дейін азайтады. Сонымен қатар шөгінді сазды

топырақтар қысқа көктемгі кезеңде пластикалық қалыптарға ауыса алады, олар беріктігін төмендетеді, бірақ өзінің икемділігіне байланысты пайда болған шұңқырларды тез соза алады. Шұңқырдың пайда болуы құлау орындарында жыралар сияқты эрозиялық процестерді жандандырмайды, ал шұңқырлардың өздері Жердің механикалық өзгерістерінің жергілікті іздері болып қалады.

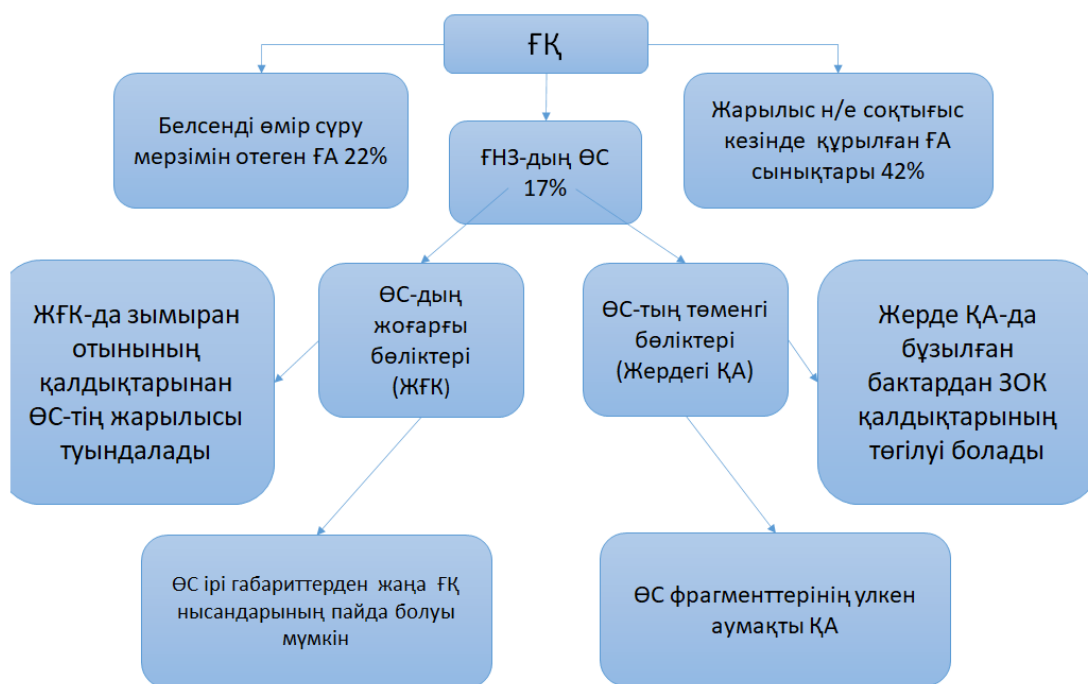
Жоғарыда келтірілген ЗТ ӨС ҚА-ның сипаттамалары қалпына келтіру жұмыстары құнының көрсеткіштерін, ОС қабылдау сәтінде флора мен фаунаға залалды және көздеу нүктелерін оңтайландыру міндеттерін шешу кезінде нақтыланатын басқа да бірқатар көрсеткіштерді ескере отырып, ОС құлауы кезінде көздеу нүктесін таңдау кезінде пайдаланылатын болады.

## 2 ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЖӘНЕ ҚҰЛАУ АУДАНДАРЫНЫҢ ҒНЗ БӨЛІНЕТІН БӨЛІКТЕРІМЕН ЛАСТАНУ КӨЗДЕРІ

1957 жылдан бастап 3600-ден астам ғарыш аппараттары ұшырылды. Ғарыш техникасын пайдаланудың барлық уақытында 1000 – нан астам ірі және миллиондаған жүздеген ұсақ ғарыш қоқысы (ҒҚ) объектілері дайындалды - оларға көлемі 10 см-ден астам 23000-ға жуық каталогталған объектілер жатады.

Каталогталған ҒҚ-ның шамамен үштен бір бөлігі жұмыс істеу орбитасында қалады (мысалы, ҒНЗ жоғарғы сатылары) және ғарышты одан әрі зерттеуге қауіп төндіреді (басқа ғарыш объектілерімен соқтығысу мүмкіндігі салдарынан немесе ҒНЗ үшін СЗК-мен, бактардағы сұйық отынның өңделмеген компоненттерінің жарылу ықтималдығы салдарынан). Жерге құлай отырып, ҒНЗ-ның бірінші және екінші сатыларының жұмыс істегендері бактарда (СЗК-мен ҒНЗ үшін) өңделмеген ЗОК-ның болуына, сондай-ақ үлкен қашықтыққа, оның ішінде оларды жинау және кәдеге жарату үшін жету қиын жерлерге сатының фрагменттерінің шашырауына байланысты топырақ пен судың ластануына ықпал етеді. Сондай-ақ, отын компоненттерінің қалдықтары жарылыстарының салдарынан құлағанға дейін конструкциялардың қирауы мүмкін, бұл атмосфераға кіруге жақын болуы мүмкін және сынықтардың құлау аудандарын ұлғайтуы мүмкін.

Жер маңындағы ғарыш кеңістігіндегі (ЖҒК) және жер бетіндегі ҒҚ жіктелуі 1-суретте көрсетілген.



1 сурет - ҒҚ объектілерінің жіктелуі және оның пайда болу себептері

Ресей ғарыш державаларының арасында ғарыш кеңістігін ластайтын тізімде бірінші болып табылады. Сонымен қатар, Ресей аумағында ең көп пайдаланылатын ұшыру алаңы – Плесецк ғарыш айлағы, сондай – ақ жаңа ұшыру орталығының құрылысы аяқталды - Восточный ғарыш айлағы.

Қазіргі уақытта ҒҚ объектілерін, олардың көлемі мен нысандарын, орналасу облыстарын белсенді зерттеу жүргізілуде, сондай-ақ қоршаған кеңістіктің одан әрі ластануын болдырмау бойынша құжаттар әзірленуде.

Ғарыш құралдарының қоршаған табиғи ортаға (ҚТО) әсер етуінің принципті айырмашылықтары ғарыш мақсаттағы зымырандарды дайындау және ұшыру технологиясының ерекшелігіне негізделген. ҒНЗ жер бетінен геостационарлық орбитаға дейінгі жердің барлық геосферасына іс жүзінде әсер етеді, ал ОПС-ға әсер ету алуан түрлі: акустикалық, жылу, механикалық, химиялық, радиоактивті. Кейбір жағдайларда әсерлердің көрсетілген түрлері өзара байланысты және олардың ҚТО-ның жалпы қозуына қосқан үлесі ЗТ типіне, ұшу биіктігіне, техниканың жұмыс істеуіне, авариялық жағдайға, ЗҒК пайдалану технологиясына байланысты болады.

Зымыран-ғарыш қызметі қоршаған ортаның жай-күйіне, ең алдымен, ғарыш айлағы орналасқан ауданда, ЗТ ӨС құлау аудандарында және ұшыру трассалары бойындағы авариялық бұйымдардың құлау орындарында көрініс табады. Бұл қоршаған ортаға осындай объектілерге тән ерекше әсер ретінде, сондай-ақ жалпы өнеркәсіптік әсерге ұқсас спецификалық емес әсер етеді.

Табиғи аумақтық кешендерге (экожүйелер) марштық СЗК-мен ЗТ іске қосылуының техногендік әсерінің мәселелері, ең алдымен, ғарыштық мақсаттағы зымырандарды дайындау мен ұшырудың технологиялық ерекшеліктері:

- табиғи орта компоненттерінің (атмосфера, жер беті, жер беті және жер асты сулары) зымыран отындарымен, олардың жану және трансформация өнімдерімен химиялық ластануы;

- ең алдымен зымыран тасығыштың ӨС құлау ауданында өрт қаупі;

- құлау аудандары аумағының ЗТ істен шыққан сатыларының металл фрагменттерімен механикалық ластануы;

- ЗТ ұшу траекториясы бойынша озонның жергілікті бұзылуы;

- ғарыш айлағының командалық-өлшеу пунктiнiң (КӨП) радиотехникалық жүйелері (РТЖ) орналасқан аудандарда аса жоғары жиілікті және ультра доғары жиілікті сәулеленудің жергілікті электромагниттік әсері;

- старттық кешендердің маңында және құлау аудандарында жергілікті акустикалық әсер ету.

Аталған мәселелерді шешу бірқатар жеткіліксіз зерттелген, атап айтқанда::

- а) бөлу кезінде пайдаланылған сатылардың қозғалыс параметрлерін анықтау әдістерін жетілдіру;

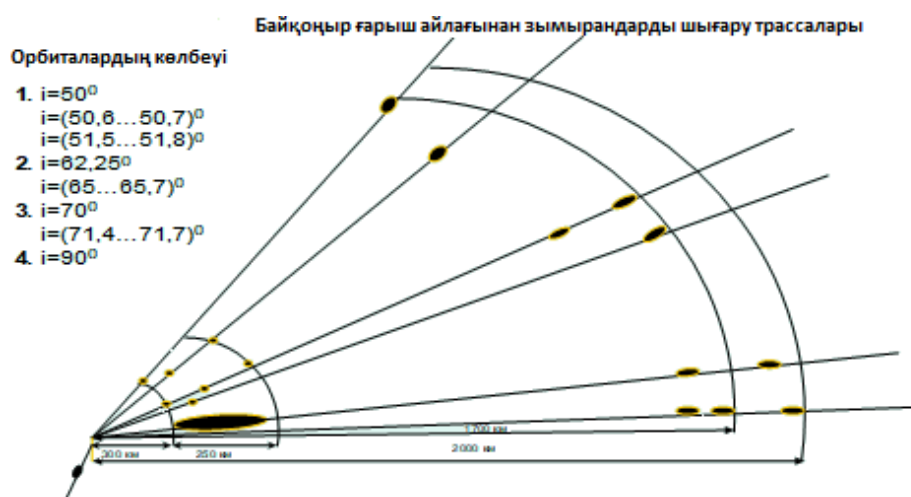
- ә) траекториялар мен олардың құлау нүктелерін сенімді және дәл болжау мақсатында ҒНЗ-ның ӨС-тің аэродинамикалық және габариттік-массалық сипаттамаларын нақтылау;

б) ЗТ ӨС-тің траекториялары мен құлау нүктелерін анықтау үшін математикалық және бағдарламалық қамтамасыз етуді жетілдіру;

в) іріктемелердің шағын көлемін және өлшеу қателіктерін бөлу туралы априорлық ақпараттың болмауын ескере отырып, эксперименттік деректерді өңдеудің теориясы мен әдістерін одан әрі әзірлеу;

г) экологиялық сипаттамалары жақсартылған ЗТ құрудың инновациялық технологиясын теориялық және эксперименттік зерттеулерін дамыту үшін ғарыш айлағының ақпараттық-аналитикалық жүйесін жаңғырту.

Аталған ерекшеліктер мен тұрған проблемалар тек қана ғылыми сипатқа ғана емес, ең алдымен ұлттық қауіпсіздік мәселелеріне қатысты. Төменде Байқоңыр ғарыш айлағынан зымыран-тасымалдаушыларды ұшырудың азимуттары келтірілген. Зымыран-тасымалдаушыларды ұшырудың технологиялық ерекшеліктеріне байланысты пайдаланылған сатылар таралу эллипсоидінің контурымен шектелген кең аумаққа теріс әсер ету көзі болып табылады. Аумағы шамамен 1640 ш. км. құрайды. Бұл облыстың химиялық ғарыш отынының компоненттерімен ластануы флора мен фаунаға, топырақ жамылғысына, жер асты суларына және, сайып келгенде, өңір халқының денсаулығына кері әсерін түсіреді. ЗТ ӨС астындағы аландарды қысқарту проблемасын түбегейлі шешу ҚР аумағында РФ ғарыш қызметін жүзеге асыру кезінде ұлттық қауіпсіздіктің негізін құрайды.



1.1 сурет - Байқоңыр ғарыш айлағынан зымыран-тасымалдаушыларды ұшырудың азимуттары



## **2.1 ЗЫМЫРАН ТАСЫҒЫШТАРДЫҢ БӨЛІНЕТІН БӨЛІКТЕРІНІҢ ҚҰЛАУ АУДАНДАРЫН ПАЙДАЛАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Экологиялық мониторингті қоса алғанда, ЗТ ӨС ҚА аумағында қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстарға ұшыруды қамтамасыз ететін техникалық шарттарға сәйкес жүргізіледі. Бұл техникалық ерекшеліктер ҚА аумағында да, ЗТ ұшу бағытында да қауіпсіздік шараларының толық және нақты тізбесін қамтиды.

Ресей Федерациясының (РФ) және шет мемлекеттердің аумағында ЗТ пайдалану аумағында осы өңірлер орналасқан Ресей Федерациясы субъектілерінің атқарушы билік органдарымен Роскосмос жасасқан келісімдерге сәйкес жүзеге асырылады. Құлау аймақтарын эпизодтық пайдаланудың тәртібі мен шарттары Ресей Федерациясы Үкіметінің 1995 жылғы 31 мамырдағы № 536 қаулысымен айқындалған.

Келісімдердің шарттары адамдардың қауіпсіздігін ұсыну, экологиялық жағдайдың мониторингі, Қоршаған ортаны қорғау және т.б. бойынша шараларды көздейді, олар ЗТ ӨС ҚА-ның жұмыс істеу тұжырымдамасының мазмұнын құрайды. Осы талаптардың сақталуына және ресейлік құлау аймақтарын пайдалануға "Центр эксплуатации объектов наземных космической инфраструктуры" (ЦЭНКИ) федералдық мемлекеттік біртұтас кәсіпорны жауап береді.

ҚА-ны пайдалану және ғарыш аппараттарын іске қосу кезінде олардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету "ЦЭНКИ" ФМБК, әдетте, субъектілердің әкімшіліктерімен келісім бойынша Ресей Федерациясының субъектілеріндегі азаматтық қорғаныс және төтенше жағдайлар мәселелерімен айналысатын тиісті құрылымдармен, жергілікті табиғат қорғау органдарымен және басқа да ұйымдармен өзара іс-қимыл жасай отырып ұйымдастырылады және жүргізіледі.

ЗТ ӨС ҚА-ның ерекше ерекшелігі-олардың тұрақты халқы жоқ. Осы аудандарда үздіксіз бақылау қоршаған ортаның жай-күйін, ал аумақтарында, жиналғандарға жүргізіледі мерзімдік халықтың денсаулық жағдайын талдау, сонымен қатар, кейін әрбір іске қосу алынады қоршаған орта нысандарының сынамаларын және оларды талдау жүргізіледі.

Құлау аудандары орналасқан өңірлер әкімшілігінің коммерциялық спутниктерін іске қосқан кезде Ресей Федерациясы Үкіметінің 1998 жылғы 24 наурыздағы № 350 қаулысына сәйкес олардың жер учаскелерін пайдаланғаны үшін төлемдер алады.

## 2.2 ЖОҒАРЫ УЫТТЫ ЗЫМЫРАН ОТЫНЫ КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ТҮСУ САЛДАРЫ

Отын компоненттерінің жер бетіне ену жолдары штаттық және штаттық емес жағдайлардың пайда болу шарттарымен белгіленген, олардың арасында:

1. Штаттық операциялар:
  - ЗТ іске қосу кезінде ЗОК-ны шығару;
  - ӨЖ РН құлауы кезіндегі ЗОК шығарындысы.
2. Штаттық емес операциялар:
  - авариялық жағдайлар;
  - ағулар мен үзілулердің пайда болуы;
  - түрлі масштабтағы жарылыстар;
  - жабдық элементтерінің бұзылуы.

Штаттан емес жағдайлар кездейсоқ орын алады. Зымыран-ғарыш техникасын пайдалану кезінде олардың пайда болу ықтималдығы жоққа шығарылмайды.

Ерекше көңіл бөлінген мәселе құлауы ықтимал қауіпті ЗТ-ның ӨС үшін және халықтың, өйткені ол мұқтаж мерзімді тоқтату шаруашылық қызметінің қауіпті өңірлерде немесе, кейбір жағдайларда, халықты эвакуациялау.

Механикалық ластанудан басқа, уытты ЗОК-і құйылатын металл сынықтарымен және ӨС фрагменттерімен, ЗТ отын қалдықтарымен де ластанады. Атмосфераның тығыз қабаттарына кірер кезде пайдаланылған бірінші саты бұзылады, ЗОК қалдықтары ішінара жанады, аэродинамикалық қыздыру нәтижесінде тамшы-сұйық және газ тәрізді күйге ішінара ауысады. ЗОК-тың қалған бөлігі қозғалтқыштың жасырын қуысында болады және ӨС ҚА аумағына түседі (бастапқы массаның шамамен 3% - ы).

Плесецк ғарыш айлағының мамандары ЗТ-да экологиялық жағдайды жақсарту бойынша жұмыстар жүргізеді, оның ішінде аумақты ЗТ ӨС фрагменттерінен тазарту, ЗОК жерлерінің ластану ауқымын анықтау және ЗТ экологиялық тазалығы дәрежесін арттыру.

Жоғарыда айтылғандай, ЗТ ӨС бактарында әрдайым ЗОК өңделмеген қалдықтары қалады. ЗТ-ның екінші сатысы басқаша болып табылады, бактардан ЗОК-ты алып тастау және дренаждық-сақтандыру клапандарын ашу арқылы оларды құятын жер бетіндегі учаскеде болады. Кейбір ЗТ-ның ӨС бактарындағы отынның өңделмеген қалдықтары бойынша кейбір деректер 1-кестеде көрсетілген.

1 кесте - ұытты ЗОК пайдаланатын кейбір ЗТ ӨС бактарындағы ЗОК қалдықтарының салмағы

ЗТ атауы	ЗОК	ЗОК қалдықтар массасы, кг		
		1 саты	2 саты	Барлығы
Космос–3М	АК-27И	1364	-	1364
	НДМГ	667	-	667
Союз Молния	Керосин Т-1	1200	450	1650
	Оттегі	2300	1100	3400
	Сутегі тотығы	500	260	760
Протон–К	АТ	3125	1003	4128
	НДМГ	1751	517	2268

Тіпті штаттық режимде зымыран-ғарыш қызметі аудандарында халықтың денсаулығы үшін қауіп бүкіл ұшу трассасы бойынша ЗТ бастау нүктесінен

орын алады. Жергілікті жерлерде старт нүктесінен 800 км-ге дейін қашықтықта екі сатылы шығарылу кезінде және 2500 км-ге дейін үш сатылы жағдайда ауданы 1500-5000 баллистикалық ракеталардың және ЗТ фрагменттері бар "дақтар" пайда болады.

### **2.3 ГЕПТИЛДІҢ ҚҰЛАУ АУДАНДАРЫНДАҒЫ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ**

ЗТ-да туындайтын проблемалардың басты себебі әртүрлі ЗТ-ны пайдалану болып табылады, оларды құру және модификациялау кезінде иеліктен шығарылатын жерлердің саны мен мөлшерін азайту, сондай-ақ олардың ЗОК-пен ластануына жол бермеу мақсаты қойылмаған. Сондықтан бұл жерлерде экологиялық қауіпсіздік мәселелері өзекті болып табылады.

Осы мақсатта зымыран-ғарыш техникасының ӨС объектілеріне әсер ету тетіктері зерделенеді, ӨС жай-күйін бағалау жүргізіледі, рұқсат етілген әсер ету өлшемдері айқындалады, ЗОК-тың теріс әсерін төмендету тәсілдері мен әдістері әзірленеді.

ЗТ-ның тәжірибелік және оқу ұшулары олардың ұшу траекториясы бойынша ауқымды аумақтардың ластануымен байланысты. Табиғи объектілерге айтарлықтай зиян ЗТ ӨС-ның конструкциясының элементтерімен де, өңделмеген ЗОК қалдықтарымен де түсіріледі.

Бір ластанудың ауданы ЗТ ӨС-тың құлау орнының гидрометеорологиялық және географиялық ерекшеліктеріне байланысты бірнеше километрге жетуі мүмкін, бұдан басқа, ЗОК компоненттері мен олардың реакция өнімдері табиғи сулармен жүздеген километрге дейінгі қашықтыққа көшуі мүмкін.

Қазіргі уақытта ЗТ-да пайдаланылатын көптеген әртүрлі зымыран отын компоненттері бар. Ең қауіптілерінің бірі - гептил (1, 2 - симметриялы емес диметилгидразин (НДМГ)) - 1-ші қауіптілік класстың токсині. Ауада НДМГ мөлшері 0,01 мг/л болғанда бірнеше минуттан кейін ауыр улану пайда болады. ҚСРО Қарулы Күштерінде (ҚК) НДМГ-ны ұзақ уақыт бойы пайдалану кезінде гептилдің ҚК-нің жеке құрамының денсаулығына жағымсыз әсерін куәландыратын үлкен материал жинақталған.

Гептил төгілген жерлер бірнеше онжылдыққа адам өміріне қауіпті өлімге айналады. Бұл ЗОК жоғары ағымдылыққа ие: жерге түсіп, ол бірден ылғалдандырылады (құрғақ жеңіл топырақта 3 метр тереңдікке дейін), суда ериді және жаңбыр жауғанда жоғары көтеріледі. Бұл затты зерттейтін ресейлік ғалымдар оны 34 жыл бойы бір жерде тауып жүр.

Гептилдің ерекше физико-химиялық қасиеттері өте күрделі, ал іс жүзінде химиялық зақымданудан кейін оны залалсыздандыру және газсыздандыру мүмкін емес.

Бактың құлауы кезінде отын қалдықтары зымырандардың бірінші және екінші сатыларының қозғалыс траекториясы бойынша жерге шөгетін улы түтін пайда бола отырып, ауада шашырайды. Осылайша, зымырандардың ұшу трассалары бойында барлық ӨС-тің ЗОК-ы біртіндеп ластануда. Үлкен аумақтардың ластануы әрбір жаңа ұшырылумен өсуде.

НДМГ қалдықтары бар сатылар мұхитқа баяғыдан бері құлауда ,және де ғарыштық ұшыруларды жүзеге асыратын көптеген мемлекеттердің құрлықтағы құлау аудандары мүлдем жоқ. Бірақ бұған қарамастан, НДМГ мінез-құлқының сипаты және оның теңіз экожүйесіндегі уытты туындылары туралы өте аз белгілі.

Теңіз гидробионттары үшін бұл заттардың өлім концентрациясы да белгісіз. Олар ағзалардың белгілі бір токсинге және өмірлік түріне қарай әртүрлі болуы мүмкін. Мұндай проблемаларды зерттеу үшін теңіз экотоксикологиясында қабылданған тест-объектілердің стандартты жиынтығымен және олардың дамуының әртүрлі сатыларында теңіздегі гидробионттардың негізгі түрлеріндегі тәжірибелерде кейіннен нақтылаумен тәжірибелер сериясы жүргізілуі қажет.

### 3 ЗТ-НЫ ҰШЫРУДЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ӘСЕРІН ТӨМЕНДЕТУ ӘДІСТЕРІ

Ғарыш негізіндегі зымырандардың (ҒНЗ) көп сатылы және зымыран отынының сұйық компоненттерінің (ЗОК) шикі қосылмаған қалдықтарының болуы марштық СЗК-ның ажыратылғаннан кейін сатылар бактарында зымыран-ғарыш қызметінің нәтижесінде жобалаумен, дайындаумен және пайдаланумен байланысты басқа да мәселелерден ұшырудың қоршаған ортаға экологиялық әсері бөлігінде екі мәселе туындады:

- қорғалатын облыстарда бактардағы отын қалдықтары бар орбиталық сатылар түріндегі ықтимал жарылыс қаупі бар ірі габаритті ғарыш қоқысының жер маңындағы ғарыш кеңістігінің (ЖҒК) пайда болуы;

- сатылардың бөлінетін бөліктеріне, атап айтқанда, өтелген сатылары (ӨС), құйрық бөліктері (ҚБ) мен бас ағытқыштары (БА) бөлінетін құлау аудандарының едәуір аудандарының болуы.

Бірінші мәселе халықаралық деңгейге ие және қазіргі уақытта ҒНЗ әзірлеушілері үшін ӨС түріндегі ықтимал жарылыс қаупі бар ірі габаритті ғарыштық қоқыстың ЖҒК-ның қорғалатын облыстарына түсуін төмендетуге мүмкіндік беретін ұйымдастыру және жобалау-конструкторлық іс-шараларға, сондай-ақ атмосфераға басқарылмайтын түсірудің салдарларына нақты талаптары тұжырымдалған.

Екінші мәселе негізінен ресейлік ерекшелікке ие және ең алдымен, ҒНЗ-ды пайдаланатын және әлемдік мұхит акваториясындағы құлау аудандары бар басқа елдерден айыратын, ел аумағында ӨС, АБ, БА құлау аудандарының болуымен байланысты. Шаруашылық жүргізуші субъектілердің аумағында құлау аудандарының болуы осы аудандарды бөлу бөлігінде, сондай-ақ әрбір іске қосудан кейінгі зардаптарды жою бойынша жұмыстарды жүргізу қажеттілігіне әкеп соғады. Нәтижесінде-елеулі ұйымдастырушылық және қаржылық шығындар.

Жұмыс барысында бірінші мәселенің шешудің әр түрлі нұсқалары қарастырылған, мысалыға, 1 – 2 орам ішінде өз миссиясын орындағаннан кейін өтелген сатылардың басқарылатын түсіруін марштық СЗК-ның қайта іске қосу жолымен. 2000 км биіктікке дейін ЖҒК-да орналасқан орбиталар үшін ӨС – ты атмосфераға біртіндеп кіру және жоғарғы қабаттарда жану 25 жылдан аспайтын баллистикалық мерзімімен орбитаға ауыстыру, ал жоғары орбиталар үшін-1000 жылдан астам өмір сүру мерзімімен көму орбитасына көшіру ұсынылды. Өтелген сатыларды 25 жылдан кем жұмыс істеу мерзімімен орбитаға ауыстыруды немесе 1 – 2 орам ішінде басқарылатын түсіруді қамтамасыз ететін белсенді құлаудың борттық жүйесі (БҚБЖ) қаралды.

ҒНЗ-ның көпсатылы болуы және осы фактордың қоршаған ортаға әсері құлау аудандарына едәуір аумақтарды бөлу қажеттігінен тұрады. Құлау

аудандарын бөлу және пайдалануға байланысты шығындардың құрамдастары, олардың алаңдарын азайту бойынша тәсілдер егжей-тегжейлі қарастырылды.

Құлау аудандары көлемінің төмендеуі кезінде негізгі назар басқару жүйесінің аспаптық құрамының дәлдік сипаттамаларын арттыруға, шығару бағдарламаларын есептеуде атмосфера жағдайының маусымдық факторларын есепке алуға және т. б. бөлінген.

ӨС-тің құлау аудандарын болдырмайтын неғұрлым радикалды тәсілдер белгілі, мысалы, "Falcon-9" ҒНЗ үшін төменгі ӨС берілген ауданға (болашақта Ванденберг базасына) жұмсақ отырғызуды қамтамасыз ете отырып басқарылатын төмен түсу, "Россиянка" жобасы, келешекте өтелген сатылардың қайта пайдалануды көздейтін старт нүктесінің ауданына қайтып оралуы.

Марштық СЗК-ны өшіру сәтіндегі отын бактарындағы ЗОК қалдықтарының шамалары мінсіз жағдайда (ҒНЗ-ға май құю кезінде барлық қоздырғыш факторлар бактардағы отынның нақты қалдықтарын ұлғайтуға әрекет еткен кезде) бастапқы құюдан 3% - ға дейін құрайды және әртүрлі бағыттарда оларды төмендету жөніндегі жұмыстардың едәуір көлемін жүргізудің нәтижесі болып табылады, оның ішінде:

- бактарда ЗОК май құю деңгейін өлшеу дәлдігін арттыру;
- бактардағы ЗОК-ты жинау құрылғыларының конструкциясын оңтайландыру және марштық СЗК-ны ажыратылғаннан кейін ЗОК-ты қалдықтарын шығару жүйесін әзірлеу ("Протон-М" ҒНЗ-ның бірінші сатысындағы СЗК-ны жаңғырту үлгісі);
- ең уытты ЗОК-тың озыңқы өндірілуін және отын компоненттері бірінің аяқталуы бойынша авариясыз ажырату үшін СЗК-ны пысықтауды қамтамасыз ету үшін отынды басқару жүйесін жаңғырту;
- "күйген" траекториялар бойынша ҒНЗ қозғалысы үшін терминалдық басқаруды пайдалану және тиісті алгоритмдерді әзірлеу;
- ЗОК кепілді қалдықтарын азайту және әрбір пайдалы жүктеме үшін карталарға жеке май құюды енгізу және т. б.

Бұл әзірлемелердің барлығы ҒЗЖ және ТКЖ кезеңдерінде құралдар мен уақыттың едәуір шығынын талап етеді және әдетте конструкцияның күрделенуіне, басқару алгоритмдерінің күрделілігін арттыруға және тиісінше РСН тактикалық-техникалық сипаттамаларының төмендеуіне әкеледі.

Берілген технология, схемалық және жобалау-конструкторлық шешімдер БҚБЖ шикі емес қалдықтарын тиімді алуға мүмкіндік береді, ал оларда жасалған энергетикалық ресурс қоршаған ортаға әртүрлі бағыттарда техногенді әсерді төмендету үшін, оның ішінде құлау аудандарының саны мен алаңдарын азайту үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Осы проблеманы шешудің балама нұсқаларын салыстырмалы талдау БҚБЖ-ның жоғары тиімділігі мен әлеуетті мүмкіндіктерін көрсетті, ҒНЗ-ның тактикалық-техникалық сипаттамаларын арттыру, қоршаған ортаға техногенді әсерді төмендету және ҒНЗ-ның техникалық деңгейін арттыру үшін, атап айтқанда, ӨС-ның кейіннен жұмсақ қонуына көшу үшін.

Сондай – ақ, АҚШ, Жапония, Қытай, Ұлыбритания, Германия, Үндістан елдерінің жетекші фирмалары, зерттеушілер, мысалы, Уолкер Гасс –

Швейцария, Лозанна; Мэйсон Пэк, Николас Джонсон, Джеймс Мэйсон – NASA, АҚШ, Хайнер Клинкрад – Франция, ESA; Томас Шильдкнехт – Берн, Швейцария, Хью Льюис – Саундгемптон, В. А. Давыдов – Роскосмос; Кристен Гейтс – Германия-агенттіктер мен зерттеу орталықтарын басқарады, оларды пайдаланудың теріс әсерін төмендету әдістерін іздеу бойынша жұмыс жүргізеді.

Қауіп-қатерді төмендету жолдары арасында:

- қысқа мерзімді қауіптіліктің төмендеуі (ҒҚ-тан қауіп өсуінің баяулауы);
- ұзақ мерзімді перспективада жұмыс істемейтін ға орбитасынан ауысуды, ірі ғарыш объектілерін жерлеу орбитасына шығаруды, төмен орбиталық облысты кесіп өтетін эллиптикалық орбиталарды тазартуды қамтитын қауіптіліктің азаюы.

Қоршаған ортаға марштық СЗК бар ҒНЗ іске қосуларының техногендік әсерін төмендету технологияларының негізіне мынадай негізгі тәсілдер алынған:

- орбиталық ҒК түріндегі ықтимал жарылыс қауіпі бар ірі габаритті ғарыш қоқысының төмен орбиталық ЖҒК-ға жер бетіндегі құлаудың берілген аудандарына жедел және басқарылатын түсіру жолымен түсуін тоқтату;

- ұшуды атмосфералық учаскеде түсіру кезінде олардың бұрыштық қозғалысын басқару жолымен ӨС құлау аудандарының саны мен алаңдарын қысқарту;

- бөлінетін бөліктерді өртеу немесе ұсақ дисперсті диспергациялауды қамтамасыз ету, мысалы ҚБ, БА олар 5 км биіктікке дейін түсіру траекториясының атмосфералық учаскесінде ұшқан кезде.

Бірінші екі тәсілді іске асыру ОЖ бактарындағы сұйық ЗОК шикі емес қалдықтарындағы энергетикалық ресурстарды пайдалануға негізделеді. Бұл ресурстарды алу технологиясы отын бактарына ыстық газдарды (жылу тасығыштарды) беруге және газдандыру өнімдерін әрбір бактан (ЗОК буланған қалдықтары + газ үрлегіш + жылу тасығыштың қалдықтары) газореактивті жүйеде (ГРЖ) ӨС-ны бағдарлау және тұрақтандыру үшін (химиялық өзара әрекеттесусіз тастау) және химиялық өзара әрекеттесумен, яғни зымыран қозғалтқышының камерасында жағу үшін кейіннен пайдалануға негізделеді.

Үшінші тәсілді іске асыру ақ конструкцияларының құрамына, ҚБ пиротехникалық қоспаларды қосу және атмосфераның тығыз қабаттарына кіру кезінде кейіннен іске қосу есебінен бөлінетін бөліктердің қыздырылуына негізделген.

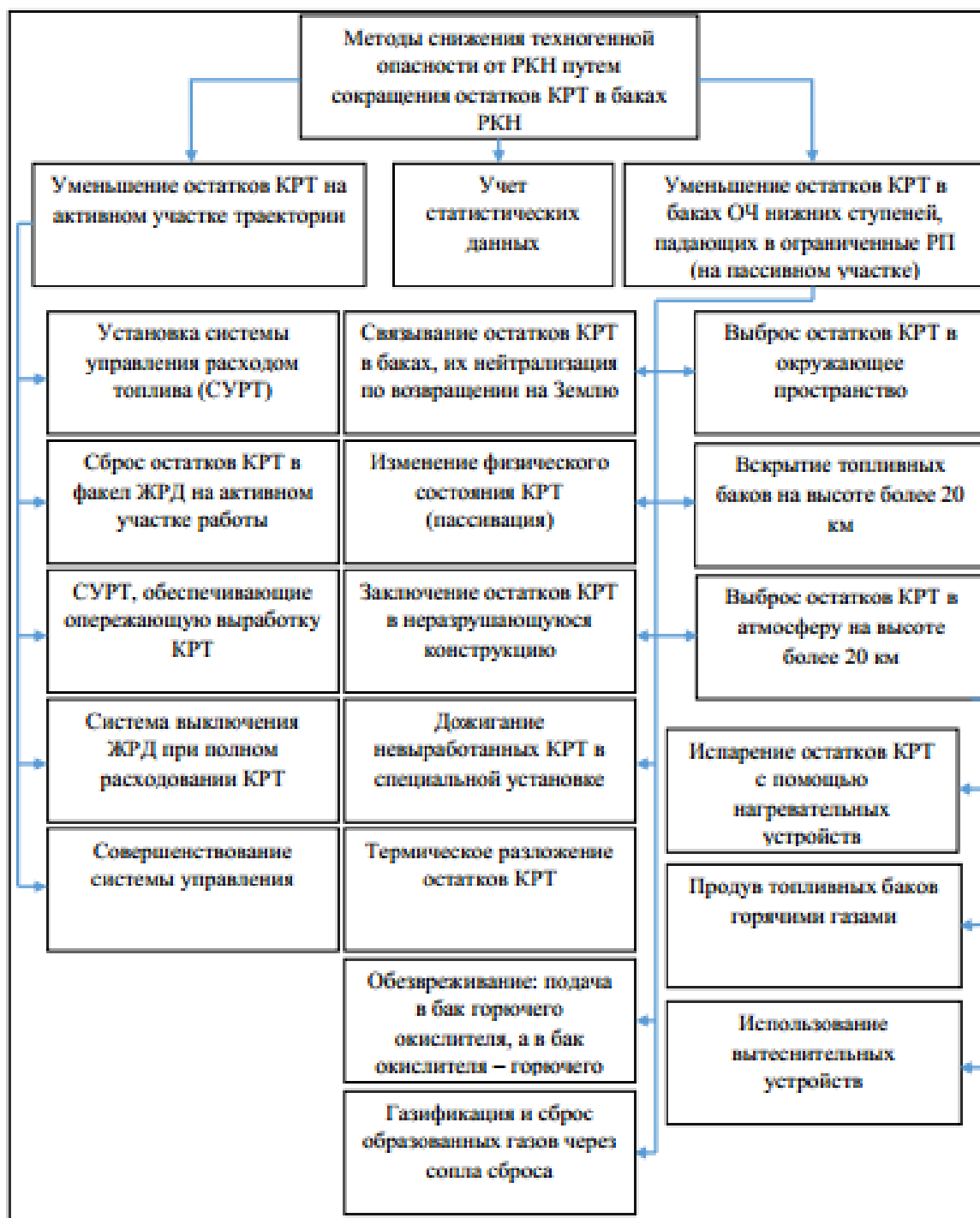
Ұсынылатын тәсілдердің әдістемелік ортақтығы заттың фазалық ауысуын қамтамасыз ету үшін (ЗОК булануы, ҚБ, БА жағуы) қосымша жылу мөлшерін беру, қажетті жылу мөлшерін алу үшін энергетикалық материалдың (газ генерациялайтын және пиротехникалық құрамдар) түрі мен санын анықтау, ОС,

ақ, жұмыс істеу циклограммалары және т. б. энергетикалық құрамдарды орналастыру схемалары.

Қоршаған кеңістікті тазарту бойынша маневрлерді жасау үшін алынған газдардың энергетикалық ресурстарын іске асыру пайда болған газ тәрізді өнімдерді газдандыру және кәдеге жарату мүмкіндігін ғана ескереді, мысалы, шүмек арқылы тастау арқылы. Бұл іс - әрекеттер ҒҚ объектілерімен соқтығысу және кейінгі жарылыстар нәтижесінде (2009 жылы американдық Iridium және ресейлік "Космос-2251" жер серіктері соқтығысқан жағдайда сияқты) ҒНЗ бөліктерінің сынықтарының туындау қаупін төмендетуге мүмкіндік бере отырып, талаптарға толық жауап береді. Бірақ РФБ сатыларының жж карталарын алғаннан кейін орбитада қалады, олардың ғарышта басқа объектілермен соқтығысу ықтималдығы қалады. Бұдан басқа, сатылар немесе олардың фрагменттері жер бетіне құлаған кезде, оларды құлау аумағынан шығару қажеттілігі қалады, бұл қиын (құлау аймақтары қол жетімділігі қиын жерлерде, мысалы, Алтайда, тайгада болуы мүмкін).

Бактардан сұйық ЗОК қалдықтарын алу әдістері жұмыстарда егжей-тегжейлі қарастырылды, мүмкін болатын жолдар 2-суреттегі схеманың көмегімен сипатталған.





2 сурет - ҒНЗ бактарынан ЗОК сұйық қалдықтарын жою әдістері [18]

Траекторияның белсенді учаскесінде ЗОК қалдықтарының азаюы жүкті – орбитаға пайдалы жүктемені жеткізудің орындалмауына ықпал етуі мүмкін. Бұл, атап айтқанда, отын (компоненттердің бірі) ҒНЗ миссиясының аяқталуына дейін өндірілетін болады. Мұндай мүмкіндікті болдырмау үшін қосымша жабдық – отынның әр компонентінің шығынын басқарудың және бақылаудың жетілдірілген жүйесі, отын өндіргеннен кейін марштық СЗК өшіру жүйесі

қажет, бұл ҒНЗ конструкциясының елеулі ауырлауына және бүкіл миссияның қымбаттауына әкеледі.

Тәсілдері бар довывода жүкті орбитаға қамтитын жеке қозғалтқыш қондырғысы КА (американдық ҒНЗ "Space shuttle"), қолдану екпіндеткіш блоктарының үлгідегі "Фрегат", "Бриз", олар жүйелерімен жабдықталған бірнеше рет қосу қозғалтқыш және жүзеге асыруға мүмкіндік береді толыққанды миссиясын шығару жүкті орбитаға. Алайда, екпіндеткіш блоктың ОЧ маневрі аяқталғаннан кейін км нысаны бола отырып, ЖҒК-да қалады.

Пассивациялау, ЗОК қалдықтарын байланыстыру немесе олардың бұзылуына төзімді ерекше конструкцияға қорытындысы белгілі бір қиындықтарды қамтиды және оңтайлы болып табылмайды.

Бактардағы ЗОК қалдықтарының болуына қатысты барлық әдістер, сондай-ақ, коллекциялық емес жағдайда да, сатыларды жер бетіне түсіру процесінде туындауы мүмкін күтпеген жағдайлардың (атап айтқанда, ҒҚ объектілерімен соқтығысу) салдарынан теріс салдарлардың (жарылыстардың, өрттердің) туындау ықтималдығын қалдырады. Бұдан басқа, ҒНЗ конструкциялары мен жүйелерін, оның ішінде жерге құлағанға дейін ЗОК-ны зиянсыздандыру үшін іске қосар алдында да елеулі жетілдіруді жүргізу талап етіледі. Егер бұл әдістерді жоғарғы сатылар үшін пайдаланса, онда айтылғандай, объектінің жарылыс қаупіне қатысты қауіпсіздікті қамтамасыз ету кезінде де ол жұмыс істеу орбитасында қалады.

ЗОК күйдіру немесе термиялық ыдырауы сатылардың құрылымын ауырлататын арнайы құрылғыларды әзірлеуді талап етеді. Бұдан басқа, ЗОК-ға әсер ететін заттарды мұқият таңдау қажет, себебі жылу мен газдың көп бөлінуімен реакциялар болуы мүмкін, бұл температура мен қысым мәндерінің конструкцияның беріктілік нормаларынан ауытқуына алып келеді және оның бұзылуына ықпал етеді. Залалсыздандыру жақсы зерттелген және тәжірибеде қолданылған, ол буланатын бак-қа қарама-қарсы компонентті беру арқылы қол жеткізіледі және жер бетіндегі РП-да топыраққа және суға ЗОК қалдықтарының теріс әсерін бейтараптандырудың тамаша тәсілі болып табылады. Бұл әдіс жоғарғы сатылар үшін де қолданылады, алайда нысан орбитада рәсім аяқталғаннан кейін қалады.

Жеңілдік, сондай-ақ бактердегі ЗОК қалдықтары жағдайының белгісіздігі жағдайында ЗОК-ны арнайы құрылғылармен немесе газдармен ығыстыруға қатысты кез келген тәсілдерді қолдану қиын, өйткені дренаждық тесіктер саласында қалдықтарды шоғырландыру қажет. МАИ базасында "ғарыштық экология" ҰО жүргізілген зерттеулерге сәйкес, марш СЗК жұмысы аяқталған кезде отын бактарының төменгі түптік қатты сипаттамаларының шамадан тыс жүктелуі және өзгеруі салдарынан бактың ішінде компоненттердің төменгі түпке қарай жылжуы болады, нәтижесінде сұйықтық көп жағдайда әр түрлі жағдайға ие.

Карталарды (сұйық немесе газ тәріздес күйде) тастау шүмегі немесе марштық СЗК арқылы қоршаған кеңістікке тастау жүйелері ЗОК толық

өндірілуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Алайда, улы компоненттер атмосфераға кіргенге дейін қауіпсіз құрамдастарға дейін ыдырауға үлгермейді, сондықтан осы әдістер оңтайлы болатын биіктік ауқымын қосымша зерттеу талап етіледі. Бұдан басқа, қысымның төмендеуі және пайда болған конденсаттың қатуы салдарынан дренаждық тесіктерді қармен қағу жағдайлары болуы мүмкін.

Егер бактарды ашу әдісін қолданса, онда баспалдақ конструкциясының бұзылуы және жер бетіне құлаған кезде теріс әсерді ұлғайтып, құлау аймағын кеңейтетін сынықтардың көп санының пайда болуы мүмкін.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қарқынды ғарыштық қызмет ауқымды алаңдарды оқшаулауға және ластауға алып келді, оның үштен бірі зымыран отындарының уытты компоненттерімен ластануға ұшырайды.

Ғарыш қызметінің экологиялық қауіпсіздігі ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды ғылыми мәселесін білдіреді, оны шешуге осындай қызметті жалғастыру мүмкіндігі байланысты болады.

Қазіргі уақытта мәселенің маңыздылығын түсіне отырып, ғарыш құралдарын әзірлеушілер әзірленетін перспективті ғарыш негіздегі зымырандардың (ҒНЗ) сенімділігі мен қауіпсіздігіне қойылатын жоғары экологиялық талаптарды басшылыққа алуда. Сонымен бірге қолданыстағы зымыран-ғарыш кешендерінің қоршаған табиғи ортаға әсер ету деңгейін төмендетуге шаралар қабылдануда.

ЗТ ұшыруының техногендік әсерінің қоршаған ортаға марштық СЗК-сы бар жағдайына талдау жүргізілді.

## Қысқартулар тізімі

ЗТ – Зымыран – тасымалдаушы  
ЗТ ББ – Зымыран тасымалдаушының бөлінетін бөліктері  
ЗОК – Зымыран отыны компоненттері  
СЗҚ – Сұйық зымыран қозғалтқышы  
ҒҚ – Ғарыш қоқысы  
ЗТ ӨС – Зымыран тасымалдаушының өтелген сатылары  
ҚА – Құлау аудандары  
ЖҒК – Жер маңындағы ғарыш кеңістігі  
ҚТО – Қоршаған табиғи орта  
ҒНЗ – Ғарыш негізіндегі зымыран  
БА – Бас ағытқыштар  
ҚБ – Құйрық бөлігі  
БҚБЖ - Белсенді құлаудың борттық жүйесі  
НДМГ – Симметриялы емес диметилгидразин  
ЗҒК – Зымыран ғарыш кешені  
ЦЭНКИ - ғарыш инфрақұрылымының жерүсті объектілерін пайдалану орталығы

### Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

1. Шатров Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: учебно-методическое пособие в 3 частях. Королёв: ЦНИИМАШ, 2010.
2. Update of the IADC space debris mitigation guidelines. IADC-11-02. Beijing, May 2014.
3. Compilation of approaches to re-entry casualty risk assessment. IADC-11-02. Beijing, May 2014.
4. ГОСТ Р52925-2008. Изделия космической техники. Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства. М.: Стандартинформ, 2008. 8 с.
5. Patera R.P., Bohman K.R., Landa M.A., Pao C., Urbano R.T., Weaver M.A., White D.C. Controlled deorbit of the Delta IV upper stage for the DMSP-17 mission // European Space Agency (Special Publication). 2007. Iss. SP-645. 8 p.
6. Takase K., Tsuboi M., Mori Sh., Kobayashi K. Successful Demonstration for Upper Stage Controlled Re-entry Experiment by H-ІІВ Launch Vehicle // Technical Review –Mitsubishi Heavy Industries . 2011. V. 48, no. 4. P. 11-16
7. Ariane-5. Data relating to Flight VA205 by Hugues Lanteri. Kourou, March, 2012. [www.astrium.eads.net/](http://www.astrium.eads.net/)
8. Шатров Я.Т., Баранов Д. А., Трушляков В.И., Куденцов В.Ю. Определение направлений разработки методов, технических решений и средств снижения техногенного воздействия на окружающую среду для реализации на борту космических средств выведения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2011. № 1(25). С. 38-48.
9. Makarov Yu.N., Shatrov Ya.T., Baranov D.A., Trushlyakov V.I. Development of an active on-board of deorbiting system of an upper stages of a Space launch vehicle with main engine on oxygen-kerosene. Comparative analysis with existing of deorbiting system of stages of SLV // Proceedings of the 64th International Astronautical Congress. 2013.
10. [www.spacex.com](http://www.spacex.com)
11. Проект РКН «Россиянка». АО «ГРЦ им. В. П. Макеева [www.makeyev.ru](http://www.makeyev.ru)
12. Makarov Yu.N., Shatrov Ya.T., Baranov D.A., Trushlyakov V.I. Self-contained onboard LV stage disposal system based on energy resources unexpended after space craft orbital insertion // Proceedings of the 65th International Astronautical Congress. 2014. P. 28.
13. Makarov Yu.N., Shatrov Ya.T., Baranov D.A., Trushlyakov V.I. The energy performance improving of the slv using active deorbiting stages after completion of their mission // The Third European Workshop on Active Debris Removal. 2014.

14. Trushlyakov V.I., Sitnikov D.V. The design procedure of the aerodynamic maneuver for the fall location changing of the carrier rocket stage // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). P. 1-4. DOI: 10.1109/dynamics.2014.7005700/
15. Моногаров К.А., Пивкина А.Н., Муравьев Н.В. и др. Разрушение деталей спутников, отработавших на околоземной орбите // Сборник статей «Горение и взрыв». Вып. 7 / под ред. С. М. Фролова. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2014. С. 327-330.
16. Trushlyakov V., Lempert D., Zarko V. The use of thermite-incendiary compositions for burning of fairing of space launch vehicle // 18th International Seminar «New Trends in Research of Energetic Materials». 2015. V. 2. P. 901-904.
17. Trusov B.G. Program System TERRA for Simulation Phase and Thermal Chemical Equilibrium // Proceedings of the XIV Intern. Symposium on Chemical Thermodynamics. St.-Petersburg, 2002. P. 483-484.
18. Маярская М. Е. Исследование путей повышения эффективности ракет космического назначения на основе газификации остатков жидкого топлива в баках ракет. – Дис. канд. техн. наук. – Омск.: ОмГТУ, 2015. -13 с.