

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАРӘОЖ 629.764
МРНТИ 89.25.39DOI: <https://doi.org/10.37788/2022-2/113-119>**Н.Ә. Әбутәліп^{1*}, К.А. Алипбаев¹**¹Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан
(*e-mail:n.abutalip@aes.kz)**Байқоңыр ғарыш айлағының зымыран тасығыштары сатыларының құлау аймақтарына таралуын оңтайландыру****Аңдатпа**

Негізгі мәселе: Ұшу кезінде зымыран тасығыштар қозғалысы әртүрлі ұйытқу факторларына ұшырайды, сондықтан алдын-ала есептелген бөлінетін бөліктердің нақты құлау координаттары мен номиналды траекториясы арасында айырмашылық болады. Көптеген типтік ұшырулардан кейін бөлінетін бөліктер құлайтын нүктелер алынады, осы нүктелер бөлінетін бөліктер таралу эллипсін құрайды. Басқаша айтқанда, бөлінетін бөліктер құлауы мүмкіндігі жоғары аймақтар бар. Бұл аймақтардың ауданына байланысты оларды құлау аймақтары деп атайды. Зымыран тасығыштарды ұшыру кезінде бұл аймақтардағы халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету, құлаған бөліктерін утилизациялау және табиғи ортаның экологиялық мониторингін жүргізу сияқты шаралар жүргізеді. Құлау аймақтарының орналасуын ұшыру азимуты мен пайдалы жүктеменің массасына байланысты болады. Байқоңыр ғарыш айлағының қоршаған ортаға механикалық, химиялық және пирогендік әсерін талдау әсер ету аймақтарының (ӘА) экожүйелеріне пайдаланылған бірінші сатылардың (ПС) техногендік спецификалық әсерінің болуын көрсетті. Бұл мақалада зымыран-тасығышты ұшырудың энергетикалық оңтайлы сценарийін бір мезгілде сақтай отырып, қаралып отырған әсер ету аймағы экожүйесінің тұрақты сипаттамалары бар учаскелердің ұсынылатын учаскелерінде сұйық зымыран қозғалтқыштары (СЗҚ) бар зымыран-тасығыштардың пайдаланылған сатыларын басқарылатын түсіру тұжырымдамасы ұсынылады.

Мақсаты: Инновациялық технологиялардың теориялық және эксперименттік зерттеулері негізінде Байқоңыр ғарыш айлағынан перспективалы зымыран тасығыштарды ұшыру кезінде техногендік әсерді азайтудың тиімді технологияларын жасау: тасымалдағыш зымырандардан бөлінетін бөліктердің құлау ауданының аумағын қысқарту; өрт-жарылыс қауіпсіздігі, зымыран тасығыш істен шыққан сатыларының қауіпін болмауы; пайдаланылған бірінші сатыларды басқарылатын түсіру;

Әдістері: Мақаланы жазу кезінде салыстыру, сипаттау, өлшеу сияқты дәстүрлі әдістер, сондай-ақ талдау, жалпылау және т. б. жалпы логикалық әдістер қолданылды.

Нәтижелері және олардың маңыздылығы: Мәселені шешу үшін Байқоңыр ғарыш айлағының экологиялық менеджмент жүйесінің құрамына кіретін қосымша IASM құру ұсынылады. Бөлінген бөліктер бақтарындағы өңделмеген сұйық отын қалдықтарының булануына, оның өрт-жарылыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және алынған бу-газ қоспаларын құлау аймақтарына бөлінген аймағында орналасқан оңтайлы учаскеге түсіру траекториясында қозғалу кезінде бөлінген бөліктерді басқарылатын түсіру үшін пайдалануға негізделген мүмкін жобалық-конструкторлық шешімдер ұсынылады.

Түйін сөздер: Байқоңыр, пайдаланылған сатылар, зымыран тасығыштар, құлау аймақтары.

Кіріспе

Сұйық зымыран қозғалтқыштары бар зымыран тасығыштарды (ЗТ) пайдалану қоршаған ортаға теріс әсер етумен байланысты, ол әсіресе пайдаланылған сатылардың (ПС) әсер ету аймақтарында көрінеді, бұл транспорттардың ерекше қасиеттерінің болуына байланысты: бақтар мен отын өткізгіштердегі сұйық отынның көп сатылы және пайдаланылмаған қалдықтарының болуы. СЗҚ бар зымыран тасығыштың бірінші қасиеті төменгі ПС түсетін аудандар үшін жер бетіндегі едәуір аудандарды бөлу қажеттілігіне әкеледі, ал орбиталық ПС үшін бұл жер айналасындағы кеңістікті үлкен көлемді жарылғыш ғарыштық қоқыспен бітеп тастауға әкеледі. Бұдан басқа, әсер етудің белгіленген аймақтарында ЗТ құлауын қамтамасыз ету пайдалану орбиталарында ЗТ пайдалы жүктемесін шығару массасының азаюына әкеледі. СЗҚ бар ЗТ екінші қасиеті ЗТ түсетін жер үсті аймақтарында жарылыстар мен өрттердің, топырақ пен су көздерінің химиялық ластануының ықтималдығын арттырады. Осы оқиғалардың барлығы Байқоңыр ғарыш айлағының әсер ету аймақтарында болып жатыр. ЗТ-ның одан әрі дамуы, мысалы, АҚШ-та, оларды қайта пайдалану үшін кішігірім ПС үнемдеу бағытында жүреді, бұл әсер ету аймағының күрт төмендеуіне әкеледі. АҚШ-тағы, ЕО-дағы, Жапониядағы, Үндістандағы әсер ету аймақтары әлемдік мұхит суларында орналасқанын атап өту қажет, мұнда әсер ету аймақтарын бөлу мәселелері Ресей мен Қазақстанға қарағанда аса өткір емес.

Материалдар мен әдістер

Пайдаланылған сатылардың әсер ету аймақтарында пайдаланудың экологиялық қауіпсіздігі негізгі стратегиялық міндеттердің бірі болып табылады, оның түпкілікті мақсаты халықтың денсаулығын қорғау, биоәртүрлілікті сақтау, ластануды болдырмау, экологиялық жүйелердің тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз ету және олардың өсімін молайту болып табылады және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану.

Әсер ету аймақтарының экожүйелеріне техногендік әсер етудің бір түрі ретінде ЗТ ұшырудың әсері оны экономикалық қызметтің басқа түрлерінен түбегейлі ерекшелейтін бірқатар өзіндік ерекшеліктерге ие. Бұл ұшырудың тұрақты емес жиілігіне, трансшекаралық ластануға, сондай – ақ геосфераның барлық компоненттеріне-жер бетіне, атмосфераның беткі қабатына, озон қабатына, ионосфераға, жерге жақын ғарыш кеңістігіне көпвекторлы әсер етуге байланысты.

Әсер ету аймағында ЗТ ұшырудың экологиялық салдарларының ұзақ мерзімді мониторингі экожүйелерге теріс техногендік әсерін, олардың осалдығын және ұзақ мерзімді қалпына келуін көрсетеді. Пайдаланылған сатылардың әсер ету аймақтарын үздіксіз пайдалану барысында топырақ контурлары, зымыран отынының (ЗО) компоненттерімен және олардың трансформация өнімдерімен ластанған табиғи кешендер пайда болды. Тіпті 10-15 жылдан кейін тасымалдағыш зымырандардан бөлінетін бөліктердің құлауының ескі орындарында да зымыран отынының компоненттері шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШПК) бірнеше есе асатын концентрацияларда анықталады.

Пайдаланылған бірінші сатылар 60-90 км биіктікте бөлінеді. Атмосфераның тығыз қабаттарына кіру кезіндегі сатының жылдамдығы оны бұзу үшін жеткіліксіз, ол аэродинамикалық шамадан тыс жүктеме нәтижесінде немесе резервуарлар жанармай қалдықтарымен кызып кеткен кезде жарылыс салдарынан болуы мүмкін. ЗО қалдықтары бар бірінші сатылар құлаған жағдайда, жерге тиген кезде жарылыс болуы мүмкін, соның нәтижесінде сатының сынықтары құлау орнынан ұшып кетеді, ал жану өнімдері мен отынға әсер етпейтін қалдықтар атмосфераға және топыраққа түседі [1]. Конструкция элементтерінде аз мөлшерде қалатын зымыран отынының компоненттері топыраққа төгіліп, атмосфераға буланып кетеді. Кейбір жағдайларда ағып кету кезінде өрт пайда болуы мүмкін. Осылайша, алғашқы қадамдар құлаған кезде топырақ пен өсімдік жамылғысы бұзылады, атмосфераның, топырақтың, өсімдіктердің беткі қабаты ЗО қалдықтарымен және олардың жану және трансформация өнімдерімен ластанады, өсімдік жамылғысы тұтанып, аумақ сатының фрагменттерімен жабылады.

Қазіргі уақытта зымыран өндірісін дамыту перспективалары зымыран тасығыштың пайдаланылған бірінші сатылар құтқаруға, қайтару әдістеріне және басқарылатын түсіруге бағытталған [2].

Нәтижелері

Зымыран-ғарыш қызметінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі негізгі сәттердің бірі ғарыш айлағының экологиялық мониторинг жүйесін (EMSC) ұйымдастыру болып табылады. EMSC ақпараттық қолдауы дамыған экологиялық мәліметтер базасымен ұсынылған және географиялық кеңістікті модельдеу мен визуализациялауға және кеңістіктік мәселелерді шешуге байланысты геоақпараттық жүйелер арқылы жүзеге асырылады. EMSC негізгі міндеті Байқоңыр ғарыш айлағының қызметінен туындайтын төтенше жағдайларды (авариялар, кемулер және т.б.) жедел ақпараттық-талдамалық бағалауды қалыптастыру және экологиялық залалды оқшаулау және жою (өтеу) бойынша жедел және жедел шешімдер қабылдау болып табылады. EMSC құрылымында келесі ішкі жүйелер ерекшеленеді: мұрағаттау және құжаттау үшін бастапқы деректерді дайындау; жоспарлау, есепке алу және бақылау, талдау және реттеу; математикалық және геоақпараттық модельдеу; ақпаратты өңдеу, талдау және шешім қабылдау; нормативтік-құқықтық қолдау.

Байқоңыр ғарыш айлағының қолданыстағы әсер ету аймағы системасы (IAS_{BC}) мониторингі, аумақтардың жай-күйін бағалау, ұшуларды қадағалау және салдарларды жою бойынша басқарушылық шешімдер қабылдауға бағытталған.

IAS-EMSC мүмкіндіктері негізінен әсер ету аймақтары аумақтарының химиялық ластануын бақылауға және талдауға бағытталған. Қазіргі IAS-тің негізгі артықшылықтары: картографиялық қолдау, толтырылған мәліметтер базасы, уақыт өте келе ластануды бақылау, әсер ету факторларын жан-жақты анықтау, географиялық кеңістікті модельдеу мен визуализациялауға және кеңістіктік мәселелерді шешуге байланысты GIS құралдарымен жұмыс жасау.

IAS-EMSC кіші жүйесінің көзбен шолып орналасуы зерттелген негізгі аудандардың аумақтық орналасуымен және құрылымында өрістері ақпаратпен толтырылған векторлық қабаттардың құрылуымен ұсынылған: IA нөмірі, құлау орны мен күнінің координаттары, сынамаларды іріктеу нүктелерінің координаттары, ШПК ең жоғары мәндері, нормативтік көрсеткіштердің артуы, физика-химиялық диагностиканың пайдаланылатын әдіснамасы және т. б. Техногендік әсерге ықтимал төзімділік критерийлерінің әзірленген жүйесіндегі тұрақтылықтың негізгі параметрлеріне химиялық ластану, ЗО-ның физика-химиялық трансформациясы, биоалуантүрліліктің төмендеуі және организм мен экожүйе деңгейіндегі өсімдіктердің жай-күйі жатады [3].

Енгізуге ұсынылып отырған жаңғыртылған IAS пирогендік-термиялық және механикалық әсерлердің мониторингін қамтиды және отын қалдықтарын жоюға, экологиялық жүктемені және экожүйелердің зымыран отыны компоненттерімен химиялық ластануын төмендетуге және әсер ету

аймақтарын тиісінше қысқартуға бағытталған қолданылатын технологиялық, схемалық және жобалық шешімдермен деректер базасының ақпараттық өзара іс-қимылына, сондай-ақ төгілген отынды бейтараптандыру және ЗТ қабылдағаннан кейін зақымданған алаңдарды қалпына келтіру үшін қабылданған экономикалық құндылық және шаралар туралы деректерді жинауға бағытталған [4].

Оңтайлы жедел-аумақтық бірлікті (operational-territorial unit (OTU)) бөлудің ұсынылып отырған әдісін іске асыру қолданыстағы ғарыш айлағының IAS-қа негізделген. Жер учаскелері OTU S_i ($i = 1, 2, 3 N$) ретінде әрекет етеді және пайдаланылған кезеңнің бөлінген OTU-ға түсуінен болатын ықтимал залалды сипаттайтын көрсеткіштер ретінде төрт көрсеткіш ұсынылады: а) өрт қауіпсіздігі Q_f (жанғыштық), б) топырақтың беріктігі Q_s , с) топырақ түрінің бониті Q_{bi} , d) өсімдіктердің жай-күйі Q_v (проективті жабын, биомасса, қалпына келтіру кезеңі).

Оңтайлы OTU түрлерін таңдау келесі әрекеттер тізбегін қарастырады:

1. S_i ($i = 1, 2, 3 N$) аудандары бар N облыстардың торы зерттеу саласына салынады. S_i -нің әр бөлімі экожүйенің белгілі бір құрамы бар аудандардың "мозаикасы" болып табылады. S_i аймақтарының өлшемдері тең немесе әртүрлі болуы мүмкін, бұл таңдалған құлау аймағының сипаттамасымен, оның егжей-тегжейлі дәрежесімен анықталады.

2. Инвентаризация деректерін, физикалық-географиялық және табиғи-ресурстық карталарды, ІА паспорттарын, қашықтықтан зондтау деректерін, қоршаған ортаға әсерді бағалау әдістерін талдау негізінде енгізілген критерийлердің мәндерін бағалау үшін мәліметтер базасын қалыптастыру.

3. S_i ауданы бар әрбір учаске үшін енгізілген Q_{fi} , Q_{si} , Q_{bi} , Q_{vi} критерийлерінің мәндерін бағалау.

3.1 Өрт қауіпсіздігі критерийлерін анықтау Q_{fi}

Q_{fi} территориясының әрбір учаскесінің өрт қауіпсіздігі басым өсімдіктер бірлестігінің жанғыштық потенциалы $\Delta\Pi_{\Gamma i}$ (кДж/моль) және жанғыштық Q_{bi} (кВт/м²) көрсеткіштерінен тұрады [5, 6]:

$$Q_{fi} = m_{1i}\Delta\Pi_{\Gamma i} + m_{2i}Q_{bi} \quad (1)$$

мұндағы m_1 [(кДж/моль)⁻¹], m_2 [(кВт/м²)⁻¹] – нақты таңдалған аймақ үшін анықталатын және әдістемеге сәйкес анықталатын салмақтық өлшемдік коэффициенттер болып табылады.

OTU S_i бөлінген алаңды өрттен келтірілген залалдан қалпына келтіру үшін қажетті қаражаттың C_{Si} құнын бағалау үшін Q_{fi} (1) көрсеткіші шығындар коэффициентінің мәніне көбейтіледі C_{fi} , ол былай анықталады:

$$C_{Si} = Q_{fi} C_{fi} \quad (2)$$

3.2 Белгілі шкала [7] негізінде Q_{si} критерийінің мәнін бағалау үшін әрбір жыныстың салмақ коэффициентін анықтау арқылы тау жыныстарының беріктігінің пайыздық қатынасы анықталады және орташа мән беріледі

$$Q_{Si(average)} = k_{1i}Q_{p1} + k_{2i}Q_{p2} + \dots + k_{Mi}Q_{pM} \quad (3)$$

мұндағы M – S_i -ші бөлінген аумақта есептелген тау жыныстарының саны.

C_{Si} сметалық құны анықталады және сәйкесінше залалды жөндеудің сметалық құны Q_{Si} критерийі бойынша есептеледі:

$$C_{Q_{pi}} = C_{pi} \sum k_{ni} Q_{kni} \quad (4)$$

3.3 Q_{bi} критерийі (2), (4) ұқсастығы бойынша бағаланады, ал Q_{bi} критерийі бойынша зақымдануды жөндеу құнын бағалау:

$$C_{Q_{bi}} = C_{bni} \sum k_{bni} Q_{bni} \quad (5)$$

3.4 Өсімдік жамылғысының жай-күйін сипаттайтын Q_{vi} шамасы фитомасса критерийін Q_{vmi} және проекциялық жамылғысын Q_{ppri} (%) бағалайды:

$$Q_{vi} = n_{vi} Q_{vmi} Q_{ppri} \quad (6)$$

мұндағы n_{vi} – (1)-ге сәйкес ұқсастық бойынша салмақ коэффициенті.

Қосымша критерий, v_{ni} , механикалық немесе пирогендік әсерден кейін экожүйені қалпына келтіру жылдамдығы мониторинг зерттеу материалдарының жинақталуына қарай енгізіледі. Тиісінше, Q_v критерийі бойынша зақымдануды жөндеу құны (2), (4), (5) ұқсастығы бойынша келесі түрде жазылады:

$$C_{vi} = n_{vi} Q_{vmi} v_{vi} C_{nvi} \quad (7)$$

4. Жоғарыда көрсетілген фактілердің салдарынан облыста белгіленген OTU S_i -да $C_{\Sigma i}$ -ге келтірілген залал өтеу құнының жиынтық көрсеткіші мәндердің сомасын білдіреді (2), (4), (5), (7):

$$C_{\Sigma i} = C_{si} + C_{qpi} + C_{qbi} + C_{vi} \quad (8)$$

5. ПС құлауы үшін S_{iopt} зонасын таңдау $\min C_{\Sigma i}$ шартынан орындалады. (9)

Пайдаланылған кезеңдердің әсер ету аймақтарын аймақтарға бөлу алгоритмі келесідей:

1. Пайдаланылған кезеңдердің қоршаған ортаға әсер ету аймағын көрсету. ЗТ пайдаланудың стандартты процестерінің қоршаған ортаға әсер ету аймағы белгілі болуы керек, яғни көрсетілген әсер ету аймағы аймақтық-дисперсиялық эллипсоид болып табылады.

2. Шекаралары есептеумен берілген эллипсоидке түгендеу деректері мен салық салу деректері, физикалық-географиялық және табиғи-ресурстық карталар, аэроғарыштық қашықтықтан зондау деректері салынады, табиғи және техногендік аудандастыру атрибуттары мәндерінің жиынтығын қалыптастырады.

3. Талдаудың атрибутивті белгілерінің сыртқы кестесінің объектілері мен векторлық карта қабатының объектілері арасында біркелкі сәйкестікті орнатудан тұратын объектілерді сәйкестендіріледі.

4. Кеңістіктік деректерді талдау негізінде ядро класстары бөлініп, атрибуттар кеңістігін анықтау үшін "ұқсастық" матрицасы алынады.

5. Бағалау шкаласы табиғи және техногендік белгілер жиынтығы бойынша есептеледі.

6. Типтік OTU-ны тауып, оларды бұрын жасалған сенімді классификация белгілеріне сәйкес жіктеледі.

7. Зымыран отыны компоненттерінің қозғалысын және өрттерді болдырмау үшін жер бедерін, отқа төзімділікті, жерді пайдалану схемаларын және климаттық жағдайларды ескере отырып классификация жүргізіледі.

8. Жүргізілген классификация негізінде биологиялық көбею үшін жағдайлар жоқ нысаналы нүктелер үшін қолайлы аудандар бөлінеді.

9. Классификация нәтижелерін карталар мен мәтіндік сипаттамалар түрінде визуализация жасалады.

Жүргізілген зоналау және типтік OTU-ды анықтау нәтижесінде қолайсыз антропогендік әсер етудің ықтимал нүктелерін және әсер ету аймақтарын бөлудің нақты схемасы алынады (1-сурет). Мұндай тәсіл мониторингтік зерттеулер жүргізу және жобалық шешімдер бойынша ұсыныстар жасау кезінде шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Талқылау

Қазақстан аумағында Байқоңыр кешенін жалға алу шартына сәйкес жалпы ауданы 41 364.722 км² ЗТ бөлінетін бөліктерінің 46 әсер ету аймағы бар 22 құлау аймағы Қызылорда, Қарағанды, Қостанай, Ақмола, Солтүстік Қазақстан, Шығыс Қазақстан, Павлодар облыстарына бөлінді [8]. Бұдан басқа, [9] сәйкес Байқоңыр ғарыш айлағынан солтүстік бағытта ұшыру кезінде "Союз-2" ЗТ бөлінетін бөліктерінің жаңа құлау аймағы ретінде Қостанай облысында ауданы 5,8 мың га жер учаскесін қосымша бөлу көзделген. Осыған байланысты ЗТ-ның пысықталған сатыларының әсер ету аймақтары аумақтарының экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету проблемасы Ұлттық экологиялық заңнаманың және жұртшылықтың өсіп келе жатқан талаптарына байланысты өзекті бола түсуде.

Әсер ету аймақтарындағы техногендік жүктеменің негізгі факторлары [10]:

– бөлшектердің және олардың фрагменттерінің механикалық ластануы (құрылымның бұзылуы және кейіннен бөлшектердің шашырауы);

– пайдаланылмаған ЗО сұйық қалдықтарының және олардың трансформация өнімдерінің төгілуі нәтижесінде химиялық ластану);

– пирогендік-жылу әсерлері (өрттер, жарылыстар).

Өрттің жоғары ықтималдығына әкелетін ЗО сұйық қалдықтарының химиялық ластануы кепілдік берілген пайдаланылмаған отынды оқшаулаудың жоғары деңгейімен байланысты, бұл әсер етудің ең агрессивті факторы болып табылады. ЗО сұйық қалдықтарының мөлшері әр түрлі ЗТ үшін бастапқы ЗО зарядының 3 % немесе одан да көпке жетуі мүмкін.

ЗО арқылы топырақтың ластануы оның микроэлементтік құрамының, ауасының және тотығу-тотықсыздану режимдерінің өзгеруінен көрінетін айтарлықтай физика-химиялық өзгерістерге әкеледі. Жер асты және жер үсті сулары ЗО және оның ыдырау және қайта құру өнімдерінің нәтижесі болып табылады.

ЗО суға түскенде, ол судағы оттегімен тотығады, сонымен қатар күн сәулесінің әсерінен және химиялық белсенді коспалардың қатысуымен белсенді ыдырауға ұшырайды.

Топырақ профилдері мен жер асты суларының химиялық ластануы жер бетіндегі ластаушы заттардың концентрациясына байланысты және ластанған топырақты детоксикациялау кезінде су

жүктемесі неғұрлым көп болса, топыраққа улы қосылыстар (отынның химиялық түрлену өнімдері) соғұрлым көп енеді. Осылайша, ластанған аймақты бейтараптандырғаннан кейін екі айдан кейін подзолиялық топыраққа төгілген кезде асимметриялық диметилгидразин (UDMH) және оның тотығу өнімдері 5-70 см тереңдікке енуі мүмкін. Құмның жоғары сүзу қабілеті оның терең енуіне ықпал етеді, сазды топырақ жанғыш заттардың терең қоныс аударуына жол бермейді.

Қоршаған ортаға, әсіресе жануарларға теріс әсер ететін негізгі факторлар – ПС құлауынан пайда болатын әсер ету аймағындағы өсімдіктер мен топырақ жамылғысының пирогендік және жылу бұзылыстары болып табылады. ЗТ ПС құлауынан туындаған өрттер азық-түлік қорларын жояды және осыған байланысты фитофагты сүтқоректілердің, жәндіктер жейтін бауырымен жорғалаушылар мен жыртқыш құстардың жойылып кетуіне, энтомофауна мен омыртқасыздардың жойылуына ықпал етеді. ЗТ пайдалану тәжірибесі дефлаграция мен өрттер, ПС құлауына байланысты өсімдік жамылғысының зақымдануы негізінен оттегі-керосинді негізгі сұйық зымыран қозғалтқыштары (СЗК) бар бірінші ПС пайдаланылған үдеткіштердің әсер ету аймақтарында болатындығын көрсетті [11].

Қорытынды

Байқоңыр ғарыш айлағы аумағының экологиялық жағдайына талдау жүргізілді, зымыран тасығышты ұшыруға әсер ететін негізгі теріс факторлар анықталды. Зымыран тасығыштың ұшырылуына әсер ететін техногендік факторлар ӘА-ның қоршаған ортасының химиялық, механикалық және пирогендік-техникалық ластануынан болатынын көрсетілді.

Техногендік жүктемені азайту, экологиялық зерттеулердің, ӘА мониторингі мен бақылаудың тиімділігін арттыру үшін мынадай шаралар қабылданады: – ӘА-ның техногендік әсерге барынша төзімді таңдалған аймақтарында ПС құлау үшін оңтайлы учаскелерді айқындау; - таңдалған оңтайлы учаскенің мөлшерінен аспайтын дәлдікпен белгіленген құлау орнында ЗТ-дан бөлінгеннен кейін ПС бақыланатын түсуі.

Экологияға байланысты проблемаларды шешу үшін Байқоңыр ғарыш айлағының экологиялық менеджмент жүйесінің бір бөлігі болып табылатын қосымша IASIA құру ұсынылды. Осы бағытықа байланысты мәселелерді шешу үшін ПС резервуарларындағы сұйық отынның пайдаланылмаған қалдықтарын буландыруға, оның өрт-жарылыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және ӘА бөлінген аймақта орналасқан оңтайлы аймаққа түсу жолымен ПС бақыланатын түсу үшін алынған бу-газ қоспаларын пайдалануға негізделген мүмкін құрылымдық шешімдер ұсынылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Жубатов Ж., Товасаров А., Козловский В. Экологическая безопасность деятельности космодрома «Байконур». Алматы, 2011. - 555 б. ISBN 978-601-06-1549-6.
- 2 Шатров Я.Т., Баранов Д.А., Суйменбаев Б.Т., Трушляков В.И. Повышение пожаровзрывобезопасности при эксплуатации отработавших ступеней ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями // Пожаровзрывобезопасность. - 2016. - Т. 25, № 4. С. 30–42. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.30-42.
- 3 Баранов Д.А., Макаров Ю.Н., Трушляков В.И., Шатров Я.Т. Проект создания автономной бортовой системы увода отработавших ступеней ракет-носителей в заданные области // Космонавтика и ракетостроение. – 2015, № 5 (84). - С. 76–82.
- 4 Trushlyakov V., ShatrovYa. (2017). Improving of technical characteristics of launch vehicles with liquid rocket engines using active onboard de-orbiting systems. Acta Astronautica, Vol. 138, 19–27. DOI: 10.1016/j.actaastro. 2017.05.018.
- 5 Trushlyakov V., ShatrovYa., Sujmenbayev B., Baranov D. (2017). The designing of launch vehicles with liquid propulsion engines ensuring fire, explosion and environmental safety requirements of worked-off stages. Acta Astronautica, Vol. 131, 96–101. DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.11.031.
- 6 Кондратьев А.Д., Касимов Н.С., Кречетов П.П. Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности. - М.: Спутник+, 2015. - 280 с. ISBN 978-5-9973- 3558-8.
- 7 Поляков П.П. Управление отделяющимися частями ракет-носителей для снижения воздействия// Лесной вестник. – 2015. - Вып 3. - С. 90-94.
- 8 Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протодюконову: ГОСТ 21153.1–75. [Введен в действие 1976–07–01]. - М.: Стандартинформ, 1982. - 3 с.
- 9 Постановление Правительства Республики Казахстан от 23 мая 2019 года № 313 «О подписании Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области запуска космического корабля «Союз-2» для космических запусков севернее космодром Байконур».
- 10 Шатров Я. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: учеб. пос. – М., 2009. - 759 с.
- 11 Баранов Д.А., Макаров Ю.Н., Трушляков В.И., Шатров Я.Т. Проект создания автономной бортовой системы увода отработавших ступеней ракет-носителей в заданные области // Космонавтика и ракетостроение. - 2015. - № 5 (84). - С. 76–82.

REFERENCE

- 1 Zhubatov, Zh., Tovasarov, A., Kozlovskiy, V. (2011). *Ekologicheskayabezopasnost' deyatel'nostikosmodroma «Baykonur»* [Ecological safety of the Baikonur cosmodrome activity]. Almaty. ISBN 978- 601-06-1549-6 [in Russian].
- 2 Shatrov, Ya.T., Baranov, D.A., Suimenbayev, B.T., Trushlyakov, V.I. (2016). *Povysheniye pozharovzryvbezopasnosti pri ekspluatatsii otrabotavshikh stupeney raket-nositeley s zhidkostnymi raketnymi dvigatelyami* [Fire and explosion safety improvement during the launch vehicle worked-off stages with liquid propulsion engine operation]. *Pozharovzryvbezopasnost' - Fire and Explosion Safety*, Vol. 25, 4, 30–42. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.30-42 [in Russian].
- 3 Baranov, D.A., Makarov, Yu.N., Trushlyakov, V.I., Shatrov, Ya.T. (2015). *Proyekt sozdaniya avtonomnoy bortovoy sistemy uvoda otrabotavshikh stupeney raket-nositeley v zadannyye oblasti* [The Project of Creating an Autonomous Onboard System of Disposal of Spent Stages of Launch Vehicles in the Defined Area]. *Kosmonavtika i raketostroyeniye. – Kosmonavtika i Raketostroyeniye*, 5 (84), 76–82 [in Russian].
- 4 Trushlyakov, V., Shatrov, Ya. (2017). *Improving of technical characteristics of launch vehicles with liquid rocket engines using active onboard de-orbiting systems*. *Acta Astronautica*, Vol. 138, 19–27. DOI: 10.1016/j.actaastro.2017.05.018.
- 5 Trushlyakov, V., Shatrov, Ya., Sujmenbayev, B., Baranov, D. (2017). *The designing of launch vehicles with liquid propulsion engines ensuring fire, explosion and environmental safety requirements of worked-off stages*. *Acta Astronautica*, Vol. 131, 96–101. DOI: 10.1016/j.actaastro.2016.11.031.
- 6 Kondratiev, A.D., Kasimov, N. S., Krechetov, P.P. (2015). *Ekologicheskaya bezopasnost' raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti* [Ecological safety of rocket and space activity]. Moscow: Sputnik+ . ISBN 978-5-9973-3558-8 [in Russian].
- 7 Polyakov, P.P. (2015). *Upravleniye otdelayushchimisya chastyami raket-nositeley dlya snizheniya vozdeistviya*. *Lesnoy Vestnik - Forest Bulletin*, 3, 90-94 [in Russian].
- 8 Porodygornyye. *Metodopredeleniyakoeffitsiyentakreposti po Protod'yakonovu* [Mountain rocks. The method for determining the coefficient of fortress according to Protodiakonov]. (1982). HOST 21153.1–75. Moscow: Standartinform Publ [in Russian].
- 9 *Postanovleniye Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 23 maya 2019 goda №313 «O podpisanii Soglasheniya mezhdru Pravitel'stvom Respubliki Kazakhstan i Pravitel'stvom Rossiyskoy Federatsii o sotrudnichestve v oblasti zapuska kosmicheskogo korablya «Soyuz-2» dlya kosmicheskikh zapuskov severneye kosmodrom Baykonur»* [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated May 23, 2019 No. 313 "On signing an Agreement between the Government of the Republic of Kazakhstan and the Government of the Russian Federation on cooperation in the Launch of the Soyuz-2 Spacecraft for Space Launches north of the Baikonur Cosmodrome"] [in Russian].
- 10 Shatrov, Ya. 2009. *Obespecheniye ekologicheskoy bezopasnosti raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti* (Moscow: Educational - methodical manual) p 759.[in Russian].
- 11 Baranov, D.A., Makarov Yu.N., Trushlyakov, V.I., Shatrov, Ya.T. (2015). *Proyekt sozdaniya avtonomnoy bortovoy sistemy uvoda ot rabotavshikh stupeney raket-nositeley v zadannyye oblasti* [The Project of Creating an Autonomous Onboard System of Disposal of Spent Stages of Launch Vehicles in the Defined Area]. *Kosmonavtika i raketostroyeniye - Cosmonautics and rocket science*, 5 (84), 76–82 [in Russian].

Н.Ә. Әбутәліп¹, К.А. Алипбаев¹

¹Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Казахстан

Оптимизация распространения отработанных ступеней на зоны падения ракет-носителей космодрома Байконур

В полете движение ракет-носителей подвержено различным возмущениям, поэтому возникает расхождение между фактическими координатами падения и номинальной траекторией заранее рассчитанных частей. После многих типовых пусков получаются точки падения делящихся частей, и эти точки образуют эллипс рассеивание. Другими словами, есть участки, где высока вероятность падения отделенных частей. В зависимости от площади этих участков их называют районами падения. Во время пуска ракет будут приняты меры по обеспечению безопасности населения в этих районах, утилизацию конструкции ракет носителей и экологическому мониторингу природной среды. Расположение зон падения зависит от азимута запуска и массы полезной нагрузки. Анализ механического, химического и пирогенного воздействия космодрома Байконур на окружающую среду показал наличие техногенных воздействий первых ступеней (ПС), используемых на экосистемы зон воздействия (ЗВ). В данной статье представлена концепция управляемой посадки отработанных ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД) в предполагаемых зонах поражения экосистем района с одновременным сохранением энергооптимального сценария пуска ракеты-носителя.

Цель статьи - разработка эффективных технологий снижения техногенного воздействия при пусках перспективных ракет с космодрома Байконур на основе теоретических и экспериментальных

исследований инновационных технологий: уменьшение площади падения частей от ракет-носителей; пожаровзрывобезопасность, отсутствие опасности ракетных установок; контролируемый спуск использованных первых ступеней;

Для решения проблемы предлагается создать дополнительную IASM, которая войдет в систему экологического менеджмента космодрома Байконур. Предложены возможные конструктивные решения, основанные на испарении неочищенных жидких отходов из баков выделяемых частей, их пожаровзрывобезопасности и использовании полученных парогазовых смесей для управляемой выгрузки отделяемых частей при движении по посадочной траектории в оптимальная площадь.

Авторами статьи разработаны критериальные оценки, характеризующие основные экологические показатели изучаемых территорий: пожароопасность, почвенный покров, воздействие растительности изучены для включения в IASM. Существуют объективные требования и основные правила создания IASM, являющейся составной частью системы экологического менеджмента космодрома.

Ключевые слова: космодром Байконур, зоны падения, ракетные установки, зоны падения.

N.A.Abutilip¹, K.A. Alipbayev¹

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Kazakhstan

Optimization of the distribution of spent stages to the fall zones of launch vehicles of the Baikonur Cosmodrome

An analysis of the mechanical, chemical and pyrogenic impact of the Baikonur Cosmodrome on the environment showed the presence of man-made impacts of the first stages (FS) used on the ecosystems of the impact zones (IZ). This article presents the concept of a controlled landing of spent launch vehicles with liquid rocket engines (LRE) in the expected zones of damage to the ecosystems of the area while maintaining the energy-optimal launch scenario of the launch vehicle.

Purpose of the article - development of effective technologies for reducing the anthropogenic impact during launches of promising rockets from the Baikonur Cosmodrome based on theoretical and experimental studies of innovative technologies: reducing the area of impact of parts from launch vehicles; fire and explosion safety, no danger of rocket launchers; controlled descent of used first stages;

To solve the problem, it is proposed to create an additional IASM, which will be included in the environmental management system of the Baikonur Cosmodrome. Possible design solutions are proposed based on the evaporation of untreated liquid waste from the tanks of separated parts, their fire and explosion safety, and the use of the obtained vapor-gas mixtures for controlled unloading of separated parts while moving along the landing trajectory to the optimal area.

The authors of the article have developed evaluation criteria that characterize the main environmental indicators of the studied areas: fire hazard, soil cover and impact on vegetation are studied for inclusion in the IASM. There are objective requirements and basic rules for the creation of HIASM, which is an integral part of the environmental management system of the cosmodrome.

Keywords: Baikonur cosmodrome, impact zones, rocket engines, crash zones.

Қолжазбаның редакцияға келіп түскен күні: 24.04.2022 ж.