

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ / ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ / NATURAL SCIENCES

ӘОЖ 3179

БАЙҚОҢЫР ҒАРЫШ АЙЛАҒЫНЫҢ ЭКОЖҮЙЕГЕ ӘСЕРІ: СУ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ӨЗГЕРІСТЕР

Төрехан Аружан Теңізбайқызы

Магистрант, Экология және география кафедрасы, Жаратылыстану және табиғатты пайдалану факультеті, Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Ғылыми жетекші: Лайсханов Шахислам Ұзақбайұлы - PhD, аға оқытушы

Бұл мақала Байқоңыр ғарыш айлағының Қазақстанның іргелес аймақтарының гидросферасына экологиялық әсерін талдауға арналған. Зымыран отынын — асимметриялық диметилгидразинді (НМГ, гептил) және оның тотықтырғышын қолдану салдарынан судың химиялық құрамының өзгеруіне басты назар аударылады. Жұмыста ластану механизмдері (жер үсті ағыны, инфильтрация) туралы деректер жүйеленген және отынның тұрақты ыдырау өнімі — нитрозодиметиламин (НДМА) ең ұзақ мерзімді қауіп төндіретіні анықталды. Канцерогенділігі мен тұрақтылығы жоғары НДМА жер асты және жер үсті суларына, соның ішінде Сырдария өзеніне оңай ауысады. Мақалада токсиканттардың шекті рұқсат етілген концентрациясының артуы туралы деректер келтіріледі және Халық денсаулығы мен биота үшін экологиялық қауіпті төмендету үшін қауіпсіз технологиялардың мониторингін күшейту және енгізу қажеттілігі негізделеді.

Кілт сөздері: Байқоңыр, гептил, судың ластануы, НДМА (нитрозодиметиламин), гидросфера, Сырдария.

Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан Байқоңыр ғарыш айлағы әлемдік ғарыш инфрақұрылымының негізгі объектісі болып табылады. Алайда, зымыран тасығыштарды үнемі ұшырумен байланысты қарқынды пайдалану аймақтың табиғи жүйелеріне кешенді әсер етеді. Пайдаланылған сатылардың құлау аймақтарындағы гидросфераның ластануы ең үлкен экологиялық қауіп болып табылады, бұл Орталық Азияны сумен қамтамасыз

етудің негізгі көзі — Сырдария өзенінің маңындағы ғарыш айлағының орналасуын ескере отырып, өте маңызды.

Жұмыстың мақсаты: Байқоңыр ғарыш айлағы қызметінің экологиялық қауіпті аймақтардағы жер үсті және жер асты суларының химиялық құрамына әсері туралы деректерді талдау және жүйелеу, сондай-ақ осы әсердің ұзақ мерзімді салдарын бағалау.

Су ресурстарының химиялық ластануының негізгі көзі-толық емес жану және жоғары улы зымыран отыны мен тотықтырғыштың қалдықтарын төгу. Судың құрамына тікелей әсер ететін негізгі ластаушы заттар:

1. Асимметриялық диметилгидразин (НМН) немесе Гептил ($C_2H_8N_2$): жанармай ретінде қолданылады. Зат қауіптің бірінші класына жатады, күшті мутагендік және канцерогендік әсерге ие.

2. Азот тетраоксиді (N_2O_4): тотықтырғыш ретінде қолданылады. Сумен байланыста ол агрессивті азот және азот қышқылдарын түзеді, топырақ пен судың қышқылдануына ықпал етеді.

3. Ыдырау өнімдері: топырақ пен суда НМГ тез өзгеріп, тұрақты және улы қосылыстар түзеді. Олардың ішіндегі ең бастысы - нитрозодиметиламин (НДМА немесе NDMA), ол потенциалды канцероген болып табылады және табиғи ыдырауға төзімділігі жоғары.

1-кесте. Негізгі ластаушы компоненттердің сипаттамасы

Зат	Қауіптілік класы (ҚР)	Улылығы	Суға әсер ету ерекшеліктері
НДМГ (Гептил)	I (Өте қауіпті)	Жоғары канцерогенді және мутагенді	Салыстырмалы түрде тез ыдырайды, бірақ тұрақты қалдықтарды құрайды.
Азот тетраоксиді	II (Жоғары қауіпті)	Жоғары	Сумен байланыста болған кезде ол қышқылдықты күрт арттырады (рН төмендетеді).
НДМА	I-II (Канцероген)	Жоғары	Су мен топырақта өте төзімді, жер асты суларына оңай ауысады.

Гидросфераның ластануы бірнеше арналар арқылы жүреді: пайдаланылмаған қалдықтардың түсуі, жанудың атмосфераға түсуі, содан кейін шөгуі және ластанған топырақтардан токсиндердің шайылуы.

Сырдария өзені және оған іргелес су объектілері негізінен құлау аймақтарынан, әсіресе жауын-шашыннан кейін жер үсті ағыны арқылы ластануға ұшырайды.

Жергілікті қышқылдану: тотықтырғыш тікелей түсетін жерлерде рН күрт төмендейді, бұл бүкіл су экожүйесіне теріс әсер етеді.

Токсиканттардың шоғырлануын арттыру: құлау аудандарының (Ұлытау, Жезқазған аудандары) маңынан алынған су сынамаларында тұрақты түрде ШРК-дан асып кету тіркеледі:

1. Фенол және формальдегид (жану өнімдері).

2. Зымыран конструкцияларының фрагменттерінен жуылатын ауыр металдар (никель, хром).

Ең үлкен ұзақ мерзімді қауіп-бұл жер асты суларына тұрақты ластаушы заттардың (ең алдымен, НМА) инфильтрациясы. НМА суда ерігіштігі жоғары және топырақтың әлсіз адсорбциясымен ерекшеленетіндіктен, ол сулы горизонттарды ластау үшін айтарлықтай тереңдікке ене алады. Бұл жергілікті тұрғындар пайдаланатын ұңғымалар мен артезиан ұңғымаларына қауіп төндіреді.

2-кесте. Су объектілерінде токсиндерді анықтау (зерттеулер бойынша орташа деректер)

Ластаушы	Анықталу аймағы	ШРК орташа асып кетуі (ШРК = 1)	Негізгі көзі
НДМГ	Жер үсті сулары	1,2-3 есе	Пайдаланылмаған отынды тікелей төгу
НДМА	Жер асты сулары, топырақ	5-10 есе	НМГ ыдырау өнімі
Ауыр металдар	Төменгі шөгінділер	1,5-5 есе	Құрылымдық материалдардың бұзылуы
Нитраттар	Жер үсті сулары	2-4 есе	Азоттың тотығуы туралы

Су биотасына әсері. Судың химиялық құрамының өзгеруі экожүйеге тікелей және жанама әсер етеді: Уытты әсер: НДМГ және НДМА жоғары концентрациясы балықтар мен қосмекенділерде өлімге және генетикалық мутацияға әкеледі. Бұл іргелес су айдындарындағы балық популяцияларындағы ауытқулардың көбеюін көрсететін зерттеулермен расталады.

Трофикалық тізбектің бұзылуы: фитопланктон мен су өсімдіктерінде жиналатын токсиндер қоректік тізбек арқылы беріледі (балық → құстар → сүтқоректілер), биоаккумуляцияны және жоғары деңгейде созылмалы улануды тудырады.

Биоәртүрліліктің төмендеуі: рН-ның өзгеруі және судың жоғары уыттылығы қоршаған ортаны көптеген түрлерге жарамсыз етеді, бұл биоәртүрліліктің төмендеуіне әкеледі.

Ең қауіпті аймақтар-ұшыру трассаларының астында және бірінші сатылардың құлау орындарында орналасқан аудандар. Бұл аумақтар көбінесе мал жаю және ауылшаруашылық жұмыстарында қолданылады. Сырдариядан немесе жер асты көздерінен ластанған судың жергілікті қауымдастықтардың су тұтыну жүйесіне енуі халықтың денсаулығына елеулі қауіп төндіреді, атап айтқанда, НМА канцерогенінің әсеріне байланысты онкологиялық аурулардың қаупін арттырады.

Экологиялық жағдайды тұрақтандыру және су ресурстарының зымыран отынының улы компоненттерімен ластануына байланысты ұзақ мерзімді тәуекелдерді азайту үшін технологиялық, мониторингтік және ұйымдастырушылық шараларды қамтитын кешенді тәсіл қажет.

Ең тиімді шешім-ластану көзін, яғни өте улы отынды жою.

3-кесте.

Өлшем	Сипаттама	Экологиялық әсер
Экологиялық таза отынға көшу	Керосин + сұйық оттегі немесе метан + сұйық оттегі (СТГ) сияқты таза және аз уытты компоненттерде жұмыс істейтін зымыран тасығыштарды басымдықпен пайдалану	Қоршаған ортаға гептилдің (НМГ) және оның өте төзімді метаболма метаболитінің шығарылуын болдырмау.
Ұшыру траекторияларын оңтайландыру	Сырдария өзенінің су жинайтын бассейндеріне және басқа да ірі су объектілеріне фрагменттер мен отын қалдықтарының түсуін барынша азайтуға бағытталған ұшу трассаларын және сатылардың құлау аймақтарын түзету	Негізгі су ресурстарының тікелей ластану қаупін азайту.
Толық отын өндірісі	Қадамдарды жоспарлы түрде тастамас бұрын отын қалдықтары мен тотықтырғыштың максималды өндірісін қамтамасыз ететін жүйелерді әзірлеу және қолдану.	Құлау аймақтарында атмосфераға және жерге түсетін улы заттардың көлемін азайту.

Экологиялық мониторинг нәтижелеріне ашық қолжетімділікпен бірыңғай ГАЖ-деректер базасын құру қажет. Сонымен қатар, нақты канцерогендік тәуекелге сәйкес келетін нақты экологиялық стандарттарды белгілеу үшін НМГ

және НМА үшін шекті рұқсат етілген концентрацияларды (ШРК) қайта қарау және қатайту қажет.

Қазірдің өзінде келтірілген залалды жою және болашақ оқиғалардың алдын алу үшін далалық практикалық жұмыстар мен нақты құқықтық база қажет.

Тазарту және қалпына келтіру шаралары. Құлау аймақтарын қалпына келтіру: отын қалдықтарымен ең көп ластанған топырақты биологиялық немесе химиялық тазарту. Токсиндердің су көздеріне одан әрі ағып кетуіне жол бермеу үшін дренажды бассейндерде орналасқан жерлерге басымдық беру керек.

Биодеградация: ластанған топырақта және суда гептил қалдықтарының тез ыдырауына қабілетті мамандандырылған бейімделген микроорганизмдерді (биоремедиация) қолдану.

Жауапкершілікті қатандату: экологиялық қауіпсіздікке инвестицияларды ынталандыратын кез келген рұқсатсыз төгу немесе ластану үшін пайдаланушыларға жоғары айыппұлдар мен нақты заңды жауапкершілікті енгізу.

Халықты қорғау: құлау аймақтарының маңында тұратын жергілікті халықты судың сапасы туралы уақтылы және сенімді ақпаратпен қамтамасыз ету, сондай-ақ расталған ластану жағдайында таза көздерге қол жеткізуді қамтамасыз ету.

Қорытынды. Жүргізілген талдау Байқоңыр ғарыш айлағын пайдалану зымыран тасығыштардың пайдаланылған сатыларының құлау аймақтарындағы су ресурстарының химиялық құрамына елеулі және ұзақ мерзімді теріс әсер ететінін растайды.

Негізгі қауіп зымыран отынының өзіне (НДМГ/гептил) емес, оның өте төзімді және өте улы ыдырау өнімі — Нитрозодиметиламинге (НДМА) байланысты. НМА жоғары мутациялық қабілетке ие және канцерогендік қауіп төндіретін жер асты және жер үсті суларын, соның ішінде Сырдария өзенін ластануды жалғастыруда. Ластану судың химиялық құрамының өзгеруіне әкеледі (қышқылдану, токсиндер мен ауыр металдар бойынша ШРК-дан асып кету), бұл су экожүйесінің биоәртүрлілігін бұзады және жергілікті халықтың денсаулығына тікелей қауіп төндіреді.

Осылайша, өңірдің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету және өмірлік маңызды су ресурсын сақтау үшін экологиялық таза отынға жедел кешенді көшу және НДМА-ға күшейтілген мониторингті енгізу қажет. Қатаң шаралар қолданбай, ғарыш айлағы әсерінің ұзақ мерзімді салдары табиғи ортаны қалпына келтіру және қалпына келтіру үшін айтарлықтай ресурстарды қажет ететін өсуді жалғастырады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Аубакиров Т. А. Экологические проблемы космодрома Байконур и пути их решения. // Вестник КазНУ. Серия Экология. — 2018. — № 4(56). — С. 45–52.
2. Закон Республики Казахстан "Об экологической безопасности при осуществлении космической деятельности". // Астана: Министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК. — 2020.
3. Иванов П. С., Смирнова А. К. Трансформация несимметричного диметилгидразина в почвенно-водной среде: Монография. — М.: Химия, 2021. — 280 с.
4. Кузнецов В. Г. и др. Мониторинг загрязнения территории, прилегающей к зоне падения ступеней ракет-носителей. // Экологический вестник. — 2019. — № 1. — С. 10–18.
5. Отчет о результатах анализов проб воды в Кызылординской области за 2023 год. // Комитет по водным ресурсам. — Астана, 2024.
6. Петров А. Б. Токсикология гептила и его влияние на гидробионтов. — Алматы: Наука, 2022. — 150 с.
7. Sattarov R. T., Yeleuov M. K. Environmental impact assessment of Baikonur Cosmodrome on the Syr Darya River basin. // Environmental Science & Pollution Research. — 2021. — Vol. 28, No. 5. — pp. 5800–5812.

ВЛИЯНИЕ КОСМОДРОМА БАЙКОНУР НА ЭКОСИСТЕМУ: ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ВОДЫ

Торехан Аружан Тенгизбаевна

Данная статья посвящена анализу экологического воздействия космодрома Байконур на гидросферу прилегающих регионов Казахстана. Основное внимание уделяется изменению химического состава воды из — за использования ракетного топлива-асимметричного диметилгидразина (НМГ, гептила) и его окислителя. В работе систематизированы данные о механизмах загрязнения (поверхностный сток, инфильтрация) и установлено, что наибольшую долгосрочную угрозу представляет нитрозодиметиламин (НДМА), стабильный продукт разложения топлива. Обладая высокой канцерогенностью и стабильностью, НДМА легко переносится в грунтовые и поверхностные воды, в том числе в реку Сырдарья. В статье приводятся данные об увеличении предельно допустимых концентраций токсикантов и обосновывается необходимость усиления и внедрения мониторинга безопасных

технологий для снижения экологического риска для здоровья населения и биоты.

Ключевые слова: Байконур, гептил, загрязнение воды, НДМА (нитрозодиметиламин), гидросфера, Сырдарья

THE IMPACT OF THE BAIKONUR COSMODROME ON THE ECOSYSTEM: CHANGES IN WATER COMPOSITION

Torekhan Aruzhan Tengizbayevna

*This article is devoted to the analysis of the environmental impact of the Baikonur cosmodrome on the hydrosphere of the adjacent regions of Kazakhstan. The main focus is on changing the chemical composition of water due to the use of rocket fuel—*asymmetric dimethylhydrazine (NMH, heptyl) and its oxidizer. The paper systematizes data on the mechanisms of pollution (surface runoff, infiltration) and establishes that nitrosodimethylamine (NDMA), a stable decomposition product of fuel, poses the greatest long-term threat. Due to its high carcinogenicity and stability, NDMA is easily transferred to groundwater and surface waters, including the Syrdarya River. The article provides data on an increase in the maximum permissible concentrations of toxicants and substantiates the need to strengthen and implement monitoring of safe technologies to reduce the environmental risk to public health and biota.**

Keywords: Baikonur, heptyl, water pollution, NDMA (nitrosodimethylamine), hydrosphere, Syrdarya

REFERENCES

1. Aubakirov T. A. Environmental problems of the Baikonur cosmodrome and ways to solve them. // KazNU Bulletin. Ecology series. — 2018. — № 4(56). — Pp. 45-52.
2. The Law of the Republic of Kazakhstan "On environmental safety in the implementation of space activities". // Astana: Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. — 2020.
3. Ivanov P. S., Smirnova A. K. Transformation of asymmetric dimethylhydrazine in the soil-water environment: Monograph. — M.: Chemistry, 2021. — 280 p.
4. Kuznetsov V. G. and others. Monitoring of pollution of the territory adjacent to the launch vehicle stage drop zone. // Ecological Bulletin. — 2019. — No. 1. — pp. 10-18.

5. Report on the results of analyses of water samples in the Kyzylorda region for 2023. // Committee on Water Resources. — Astana, 2024.

6. Petrov A. B. The toxicology of heptyl and its effect on aquatic organisms. Almaty: Nauka Publ., 2022, 150 p.

7. Sattarov R. T., Yeleuov M. K. Environmental impact assessment of Baikonur Cosmodrome on the Syr Darya River basin. // Environmental Science & Pollution Research. — 2021. — Vol. 28, No. 5. — pp. 5800–5812.