

Кудайбергенов Муратбек Касимбековичтің

«6D071100 – Геодезия» мамандығы бойынша философия
докторы (Ph.D.) дәрежесін алу үшін дайындалған

**«Гравитациялық үрдістердің қауіптілік деңгейі бойынша аумақты
геоэкологиялық аудандастырудың геодезиялық негіздемесі» атты
тақырыбындағы диссертациясына**

АНДАТПА

*Қарастырылып отырған ғылыми немесе ғылыми-техникалық мәселенің
қазіргі жағдайын бағалау.*

Аймақтық геоэкологияның негізгі бағыттарының бірі белгілі бір аумақта қалыптасатын табиғи және антропогендік тұрғыдан өзгеріске ұшыраған экожүйелерді зерттеу және аудандастыру болып табылады. Олардың әрқайсысы бірегей экологиялық және геологиялық параметрлерімен, сондай-ақ кеңістіктік орналасу ерекшеліктерімен сипатталады. Геоэкологиялық аудандастыру табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, экологиялық құбылыстарды бағалау мен болжау, сондай-ақ геодинамикалық тұрғыдан қатерлі аумақты анықтау тұрғысынан ерекше маңызды. Қауіпті табиғи үдерістерді айқындау және аумақтардың техногендік әсерлерге орнықтылығын бағалау күрделі зерттеулер жүргізуді талап етеді.

Жер бетінің әрбір морфоқұрылымы өзіне тән экологиялық сипаттамалармен ерекшеленеді, ал оның литологиялық негізі табиғи жүйелердің қызмет ету ерекшеліктері мен олардың сыртқы әсерлерге орнықтылық деңгейін айқындайды.

Тақырыпты әзірлеудің негіздемесі мен бастапқы деректері.

Қазіргі климаттық өзгерістер мен техногендік жүктеменің күшеюі жағдайында геоэкологиялық аудандастырудың маңызы едәуір арта түсуде. Ол табиғи ресурстарды тиімді басқарудың және аумақтардың экологиялық әрі геодинамикалық қауіп-қатерлерге бейімделу орнықтылығын қамтамасыз етудің маңызды құралына айналады. Мұндай аудандастыру, әсіресе, Алматы облысындағы Талғар қаласы аумағында орналасқан Талғар өзені үшін аса өзекті, себебі бұл өңір сейсмикалық белсенділігі жоғары және сырғымалы үрдістердің даму қаупі тән таулы аймақтардың қатарына жатады.

Халық пен инфрақұрылым қауіпсіздігін қамтамасыз ету тұрғысынан гравитациялық құбылыстардың туындау ықтималдығы жоғары аймақтарды анықтау ерекше маңызды. Бұдан бөлек, өзен жайылмалары мен су қоймаларына шоғырланған ауыл шаруашылығы және рекреациялық аймақтар гидрологиялық режимнің өзгеруі, топырақ эрозиясы және су тасқындары сияқты факторлардың әсеріне ұшырайды. Осындай жағдайларда геоэкологиялық аудандастыру табиғи үрдістердің теріс ықпалын төмендетуге, табиғатты ұтымды пайдалануға және өңір экожүйелеріне антропогендік

әсердің салдарын барынша азайтуға бағытталған бейімделу және алдын алу шараларын әзірлеудің ғылыми негізі ретінде көрініс табады.

Тақырыпты әзірлеудің негіздемесі мен бастапқы деректері.

Тақырыпты әзірлеудің негізіне геоэкологиялық талдаудың маңызды бағыттарының бірі болып табылатын сырғымалы үдерістерді ерекше табиғи-аумақтық кешендерді қалыптастыратын факторлар ретінде аудандастыру жағдайында кешенді зерттеу алынды. Мұндай үрдістерді экологиялық тұрғыдан зерттеу аясындағы негізгі міндеттердің бірі сырғымалы ландшафттың қалыптасуы мен даму ерекшеліктерін талдау болып саналады. Сырғымалық белсенділікке ұшыраған аумақтардың жер бедері мен гидрологиялық режимінің ерекшеліктері бұл учаскелерді өзіндік экожүйелік түзілімдер ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Сырғымалық ландшафттар үзілу, транзит және массалардың жиналу аймақтарын қамтитын айқын морфоқұрылымдық жіктелуімен сипатталады. Сырғымалы үрдістердің жер бедерін қалыптастырушы әсері, әсіресе, беткейлердің бөліктерінде айқын байқалады, мұнда су ағындарының әсерінен жер бедерінің шайылуы, сондай-ақ көлемі жағынан шағындау қайталап сырғымалардың қалыптасуы орын алады. Аталған үрдістер беткейлер конфигурациясының өзгеруіне, шайылым, шөгу құбылыстарының және жергілікті деформациялардың, соның ішінде өзен арнасына іргелес учаскелерде қалыптасуына алып келеді. Жекелеген жағдайларда жағалаулардың опырылу үрдістері тіркеліп, олар арналық морфологияның елеулі өзгерістерін туындатады.

Жоспарланып отырған әзірлеменің ғылыми-техникалық деңгейі, патенттік зерттеулер және олар бойынша қорытындылар туралы мәліметтер.

Жоспарланып отырған әзірлеменің ғылыми-техникалық деңгейі гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша аумақты геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық тұрғыдан негіздеу үшін заманауи геодезиялық, геоақпараттық, ҰҰА(БПЛА) және нейрожелілік технологияларды кешенді пайдалануды көздейді. Зерттеу аясында гравитациялық қауіпті үрдістердің дамуына бейім аумақтарды анықтау, бағалау және аудандастыру мақсатында жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулар, GNSS-технологиялар, ҰҰА(БПЛА) арқылы алынған материалдар, цифрлық жер бедері модельдері және кеңістіктік талдау әдістері қолданылып, деректерді кешенді өңдеу, талдау және нейрожелілік модельдер арқылы интеграциялау.

Диссертацияны метрологиялық қамтамасыз ету жөніндегі мәліметтер.

Алынған нәтижелердің сенімділігі аумақты гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық негіздеу барысында қолданылған кешенді зерттеу әдістерімен расталады.

Далалық зерттеулерді орындау кезінде мемлекеттік метрологиялық тексеруден өткен және Қазақстан Республикасының қолданыстағы нормативтік талаптарына сәйкес келетін жоғары дәлдікті геодезиялық

аспаптар, жерсеріктік қабылдағыштар және ұшқышсыз ұшу аппараттары пайдаланылды. Барлық өлшеулер мен түсірілім жұмыстары техникалық регламенттер мен аспаптарды пайдалану қағидаларын сақтау негізінде жүргізілді.

Жұмыста қолданылған өлшеу бірліктері Халықаралық бірліктер жүйесінің (SI) метрологиялық талаптарына және қолданыстағы стандарттарға сәйкес қабылданды. Сертификатталған жабдықтарды, тексерілген аспаптарды және заманауи бағдарламалық-әдістемелік құралдарды пайдалану зерттеу нәтижелерінің жоғары сенімділігін, нақтылығын және практикалық маңыздылығын қамтамасыз етеді.

Тақырыптың өзектілігі. Қазақстан аумағында шамамен 85 022 өзен бар, олардың басым көпшілігі, 84 694-і, ұзындығы 100 км-ден аспайтын өзендер болып табылады. Ұзындығы 100-ден 500 км-ге дейінгі су ағындарының саны 305-ті, ал 500-ден 1000 км-ге дейінгі өзендер саны 23-ті құрайды. Гидрографиялық зерттеулер деректеріне сәйкес, ұзындығы 10 км-ден асатын өзендердің жалпы саны шамамен 8 000-ды құрайды, олардың ішінде 7 000-ға жуығы 10 км-лік межеден асатын тұрақты су ағындары болып саналады.

Жоғарыда келтірілген мәліметтердің барлығы таңдалған тақырыптың өзектілігін айқындайды, өйткені елдің өзен желісінің басым бөлігі ішкі тұйық алаптарға жатады. Соның бірі – ұзындығы 117 км, су жиналу алабының ауданы 444 км² болатын Талғар өзені. Ол бастауын Талғар мұздығынан алып, Қапшағай су қоймасына құяды, сол Талғар мен оң Талғар өзендерінің қосылатын жері Талғар деп аталады, яғни негізгі Талғар өзені өңірдің тауалды бөлігінде орналасқан екі шағын саладан түзіледі.

Өзен сулары ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне, сумен жабдықтауға пайдаланылып, энергетикалық кәсіпорындар тарапынан да игеріледі. Өзен бойында Талғар қаласы, Ават, Новоалексеевка, Жаңажар ауылдары және басқа да елді мекендер орналасқан. Кей жағдайларда өзен алабында сырғымалы үрдістермен қатар сел ағындарының жүруі де байқалады.

Сырғымалы үдерістер елеулі қауіп төндіреді, олар табиғи ортаға, экономикаға және халықтың әлеуметтік әл-ауқатына тікелей немесе жанама әсерін тигізеді, ал жекелеген жағдайларда олардың белсенуі адам шығыны мен материалдық залалға алып келеді.

Осыған байланысты гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша аумақты геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық негіздеу өзекті ғылыми-техникалық мәселе әрі күрделі зерттеу міндеті болып саналады. Аталған үдерістерді жан-жақты зерттеу және оларды есепке алу теріс салдардың алдын алу үшін ерекше маңызды. Гравитациялық қауіптілік дәрежесі бойынша аумақты геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық негіздеуге арналған диссертациялық жұмыс өзен жағалауларында дамитын сырғымалы үрдістерден туындайтын техногендік сипаттағы апатты құбылыстардың алдын алу тұрғысынан аса өзекті болып табылады.

Тақырыптың жаңалығы. Талғар өзені аумағы үшін геодезиялық, спутниктік, геоэкологиялық және инженерлік-геологиялық деректерді

біріктіру негізінде гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша аумақты геоэкологиялық аудандастырудың кешенді тәсілі әзірленді.

Алғаш рет Талғар өзені аумағы үшін алғаш рет кеңістіктік-уақыттық геодезиялық және спутниктік деректерді геоэкологиялық және инженерлік-геологиялық көрсеткіштермен интеграциялау негізінде гравитациялық үрдістерді көпжылдық талдаудың кешенді әдістемесі әзірленді.

Зерттеу мақсаты Геодезиялық, геоақпараттық және спутниктік деректер негізінде гравитациялық үрдістердің қауіптілік деңгейін бағалау арқылы аумақты геоэкологиялық аудандастыруды ғылыми негіздеу.

Зерттеу нысаны мен пәні: Зерттеу нысаны ретінде Талғар өзеніндегі гравитациялық қауіпті үрдістер мен оларда дамитын геоэкологиялық жағдайлар қарастырылады. Зерттеу пәні – геодезиялық, спутниктік, геоақпараттық, ҰҰА(БПЛА) және нейрожелілік деректерді пайдалану негізінде аумақты гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша геоэкологиялық аудандастыру әдістері мен технологиялары.

Зерттеу міндеттері:

- Талғар өзені аймағының геоморфологиялық және антропогендік ерекшеліктерін ескере отырып, гравитациялық үрдістерін бағалау және болжау әдістерін талдау;

- Геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық негіздеу үшін жер бедерінің морфометриялық көрсеткіштерін (еңістік, экспозиция, беткі қисықтық) анықтау және талдау;

- Кешенді мониторинг пен нейрожелілік талдау нәтижелері негізінде зерттеу аймағының гравитациялық үдерістері қауіптілік деңгейі бойынша геоэкологиялық аудандастыру картасын әзірлеу;

- Геодезиялық негізді құру: зерттеу аумағында мамандандырылған жоспарлы-биіктік бөлу (тірек) желісін жобалау және құру, сондай-ақ статикалық GNSS-бақылаулар негізінде халықаралық ITRF жүйесіне байланыстыра отырып тірек желісін теңестіру жұмыстарын жүргізу;

- Геодезиялық, геоақпараттық және спутниктік деректер мен нейрожелілік модельдеуді біріктіру негізінде гравитациялық үдерістердің кеңістіктік-уақыттық динамикасын бағалау.

Зерттеу әдістері:

Диссертациялық жұмыста қойылған мақсат пен міндеттерге қол жеткізу үшін кешенді зерттеу әдістері қолданылды.

Гравитациялық қауіпті аумақтарды бағалау мақсатында спутниктік деректерді өңдеу әдістері пайдаланылды, соның ішінде ұшқышсыз ұшу аппаратының (ҰҰА) фотограмметриясы, Sentinel-2 деректері бойынша спутниктік мониторинг және Sentinel-1 радиолокациялық деректерін InSAR әдісімен талдау жүзеге асырылды. Алынған нәтижелерді сандық бағалау үшін Пирсонның корреляциялық талдау әдісі қолданылды. Кеңістіктік деректерді кешенді өңдеу мен қауіптілік деңгейін жіктеу барысында $11 \times 9 \times 1$ архитектуралы жасанды нейрондық желі пайдаланылып, соның негізінде геоэкологиялық аудандастыру картасы әзірленді. Зерттеу нәтижелерінің

дәлдігі мен сенімділігі верификация және салыстырмалы талдау әдістері арқылы тексерілді.

Деректерді кешенді талдау нәтижесінде гравитациялық үрдістердің дамуына бейім қауіпті аймақтар анықталып, патенттелген инновациялық жабдық тұрақты грунттық репер (патент №4700) қолдану негізінде, жоғары дәлдікті тахеометриялық түсірістер (South G4, G6; Leica TC 1201) және GNSS спутниктік мониторингі жасалды. Зерттеу барысында геоақпараттық талдау әдістері кеңінен қолданылып, топографиялық карталар, статистикалық және метеорологиялық деректер өңделді. Сонымен қатар жердің сандық үлгісі (ЖСҮ, DEM) негізінде бедердің морфометриялық көрсеткіштері, оның ішінде көлбеулік, бедер пішіні және экспозициясы анықталды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар:

1. Спутниктік және геоақпараттық деректерден тұратын көпжылдық кеңістіктік ақпаратты өңдеу мен интеграциялаудың негізінде, аномальды деформациялық белсенділік аймақтарын анықтауға және көшкінге қауіпті учаскелердің шекараларын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

2. Патенттелген авторлық үлгі (модель) тұрақты грунттық реперді (Патент № 4700) қолдану, күрделі таулы жер бедері жағдайында тірек желісінің тұрақтылығы мен мониторинг дәлдігін жоғарғы деңгейде өлшеуге мүмкіндік береді.

3. Аумақтағы гравитациялық үрдістердің қауіптілік деңгейін анықтау үшін ГАЗ және нейрожелілік талдау әдістерін қолдану, Талғар ауданында қауіпті геоэкологиялық аудандастыру картасын құрастыруға негіз болады.

Практикалық маңыздылығы: Диссертациялық жұмыстың практикалық маңыздылығы, зерттеу нәтижелерін Талғар өзені аймағындағы гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша геоэкологиялық аудандастыру, қауіпті аймақтарды анықтау, мониторинг жүргізу және табиғи қауіптердің алдын алу шараларын әзірлеу барысында қолдану мүмкіндігімен сипатталады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері әртүрлі қызмет салаларында, Алматы қаласының жер қатынастары басқармасында, сондай-ақ осы бағыттағы отандық және халықаралық ғылыми-зерттеу ұйымдарында пайдаланылуы мүмкін, бұл экономиканың дамуына және ұлттық инфрақұрылым қауіпсіздігінің артуына ықпал етеді.

Теориялық маңыздылығы: Зерттеу гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша аумақты геоэкологиялық аудандастыруды геодезиялық негіздеу әдістерін дамытуға, сондай-ақ геодезиялық, спутниктік, геоақпараттық, ҰҰА (БПЛА) және нейрожелілік деректерді кешенді пайдалану негізінде қауіпті аумақтарды бағалау тәсілдерін жетілдіруге үлес қосады. Әзірленген әдістеме ұқсас жағдайдағы өзге өңірлерде гравитациялық үрдістердің қауіптілік дәрежесі бойынша геоэкологиялық аудандастыру дәлдігін арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Автордың жеке үлесі зерттеу мақсаты мен міндеттерін қою, бастапқы ақпараттық базаны дайындау, есептік-талдамалық жұмыстарды орындау, геодезиялық және спутниктік бақылау деректерін өңдеу, алынған нәтижелерді талдау және ғылыми тұрғыдан түсіндіру, гравитациялық үрдістердің

қауіптілік деңгейі бойынша геоэкологиялық аудандастыру картасын әзірлеу, сондай-ақ ғылыми мақалалар мен докторлық диссертация мәтінін дайындау жұмыстарынан көрінеді.

Жарияланымдар мен жұмыстың апробациясы.

- «Engineered Science» журналының 28 том, 1081 шығарылымына «Predictive System for Road Condition Monitoring based on Open Climate and Remote Sensing Data – A Case Study with Mountain Roads» тақырыбында мақала жарыққа шықты. (2024 ж) <https://10.30919/es1081> Q1.

- «Remote sensing» журналының 18 том 11 шығарылымына «Application of Artificial Intelligence in Landslide Susceptibility Assessment: Review of Recent Progress» тақырыбында мақала жарыққа шықты. (2025 ж) <https://doi.org/10.3390/rs17010034> Q1.

- «Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu» журналына «Application of the wavelet transformation theory in the algorithm for constructing a quasigeoid model» тақырыбында мақала жарыққа шықты. (2022 ж) <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-4/123> Q3

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, әдебиеттерге шолудан, зерттеу нысаны мен әдістерінің сипаттамасынан, зерттеу нәтижелері мен оларды талқылаудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.