

AP22788508. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын және Жерді қашықтықтан зондтауды қолдана отырып, Қазақстанның инфрақұрылымының маңызды гидротехникалық объектілерінің жай-күйіне мониторинг жүргізудің әдістемелік тәсілдерін әзірлеу. ғ.ж. – Низаметдинов Н.Ф.

Өзектілігі

Гидротехникалық құрылыстар инфрақұрылымның аса маңызды объектілері болып табылады, олардың тұтастығын бұзу елеулі апатты салдарға әкеп соғуы мүмкін. Бұл апаттар халыққа, өнеркәсіптік кәсіпорындарға, ауыл шаруашылығына және жұмыс істеп тұрған инфрақұрылымға айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін, бұл өз кезегінде ел экономикасына теріс әсер етеді. Осылайша, гидротехникалық құрылыстардың жоғары маңыздылығын ескере отырып, апаттардың алдын алуға және олардың жағымсыз салдарын азайтуға назар аудару қажет.

2014-2015 жылдары Қарағанды облысындағы су қоймаларындағы бөгеттердің бұзылу оқиғалары тұрғын үйлер мен аумақтарды су басуға, адамдардың қаза болуына, жергілікті тұрғындардың денсаулығына, қоршаған ортаға және ауыл шаруашылығы объектілеріне зиян келтірді. 2009-2023 жылдар аралығында бүкіл әлем бойынша 13-тен астам бөгеттер мен бөгеттер қирады.

Демек, бұл мәселенің ауқымдылығы мен өзектілігі аймақтық деңгейден асып түседі және жаһандық контекстке әсер етеді.

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасындағы гидротехникалық объектілердің жай-күйіне және су ресурстарына ерекше назар аударылады, осыған байланысты Ұлттық жобаларда "Цифрландыру, ғылым және инновациялар есебінен технологиялық серпіліс" және "Жасыл Қазақстан" гидротехникалық объектілерді олардың қызметін тиімді басқару және үйлестіру үшін цифрландырудың басымдығы атап өтілді.

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын және Жерді қашықтықтан зондтау деректерін (ЖҚЗ) қолдана отырып жүзеге асырылатын Мониторинг қысқа мерзімде жоғары дәрежеде егжей-тегжейлі зерттелетін объект туралы ауқымды ақпарат жинауды қамтамасыз ете отырып, қоршаған ортаға және адам денсаулығына теріс әсер етпейтін экономикалық тиімді шешім болып табылады.

Радиолокациялық интерферометрия әдісін қолдану зерттеу аймағының кез-келген нүктесінде және түсірілімнің нақты күніне дейінгі кез-келген уақытта тік орын ауыстыру мәндерінің таралуы туралы, түсірілім уақытына қарай сараланған аумақты алуға мүмкіндік береді. Ғарыштық радиолокациялық түсірілім Х -, С -, S -, L - және Р-диапазондарына бөлінген радиотолқындардың ультра қысқа толқынды (ультра жоғары жиілікті) аймағында орындалады. Жер бетінің мещысуын, әрбір нақты аумақ бойынша аса маңызды объектілерді мониторингтеу міндеттері үшін осы диапазондардың бірінде немесе бірнешеуінде деректер рельеф түріне, өсімдік жамылғысының түріне, күтілетін мещысу шамаларына және т. б. негізге ала отырып таңдалатын болады.

Gaofen-3 ғарыш кемесі (Гаофен-3) Қытайдың 1 м дейінгі ажыратымдылықтағы С-диапазонында алатын төмен орбиталық спутнигі. GF-3 ауа-райына қарамастан тәулігіне 24 сағат бойы бүкіл жер бетін он екі режимді радиолокациялық түсіруді жүзеге асыруға қабілетті.

Жоғары ажыратымдылықтағы ортофотопландарды және жоғары егжей-тегжейлі нүктелер бұлтын пайдалану кешендегі инженерлік-геологиялық және маркшейдерлік-геодезиялық міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Жоғары ажыратымдылықтағы ортофотопландар үйінді бөгеттердегі деформациялық аймақтарды дәл және жедел анықтауды, сондай-ақ олардың деформациялану сипаты мен механизмдерін талдауды қамтамасыз етеді. Жоғары ажыратымдылықтағы термобейнелеу сенсорымен жабдықталған дрондарды пайдалану судың ағып кетуін және жарықтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер:

Қол жеткізілген нәтижелер

Шерубай-Нұра су қоймасын зерттеу мысалында гидротехникалық құрылыстардың ағымдағы жағдайына жүйелі мониторинг жүргізудің әдістемелік тәсілдерін әзірлеу ұсынылады.

Мониторинг процесінде ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) және Жерді қашықтықтан зондтау материалдары (ЖҚЗ) сияқты жоғары дәлдіктегі геокеңістіктік деректерді жинаудың озық құралдары пайдаланылатын болады.

Деректерді талдаудың инновациялық әдістерін және машиналық оқыту мен жасанды интеллект әдістерін қоса алғанда, озық есептеу әдістерін қолдана отырып, гидротехникалық құрылыстардың жай-күйіне әсер етуі мүмкін ықтимал геомеханикалық процестерді болжау жүргізіледі. Мониторинг және деректерді талдау нәтижелері негізінде инфрақұрылымның аса маңызды объектілерінің қауіпсіздік, сенімділік және үздіксіз пайдалану деңгейін арттыруға бағытталған ұсынымдар әзірленетін болады. Әзірленген әдістемелік тәсілдер кәсіпорындарға, халыққа, қоршаған ортаға және ауыл шаруашылығы объектілеріне зиян келтіруі мүмкін апатты зардаптардың туындау ықтималдығын азайтуға мүмкіндік береді.

Жобаның ғылыми жаңалығы гидротехникалық объектілердің, бөгеттер мен үйінді құрылыстардың бетін цифрлық мониторингтеудің бірегей жүйесін әзірлеуден тұрады. Деректерді өндіру), үлкен деректерді сақтау және өңдеу әдістері (Big Data), тереңдетіп оқыту (Deep learning), блокчейн (blockchain), Заттар интернеті (IoT), соңғы құрылғылар аналитикасы (Edge Analytics), электрондық сәйкестендіру (e-ID), web-масштабталатын ат-орталар (web-Scale IT), гибридті бұлттар (Hybrid cloud), геоақпараттық жүйелер, деректерді геокеңістіктік талдау, сондай-ақ, ҰҰА мен спутниктік деректерді алу мүмкіндігінің пайда болуымен Қазақстан Республикасындағы аса маңызды инфрақұрылым объектілерін мониторингілеудің жаңа мүмкіндіктері ашылды.

Зерттеу тобы заманауи геодезиялық және қашықтықтан оқыту әдістерін қолдана отырып, Топар жер бөгетінің жай-күйіне мониторинг жүргізу жұмыстарын жүргізеді.

Команда классикалық өлшемдерді — II класты нивелирлеуді және тахеометрияны, сондай-ақ инновациялық технологияларды: ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ұшқышсыз ұшу аппараттары), спутниктік деректерді және GNSS қабылдағыштарын статикалық режимде пайдалана отырып, жоғары дәлдіктегі өлшемдерді орындайды. Кеңістіктік ажыратымдылығы 2,5 см/пиксель болатын зерттелетін объектінің аэрофототүсірілімі жүргізіледі, спутниктік суреттерді жинау және өңдеу жүзеге асырылады.

Алынған мәліметтер негізінде рельефтің әр түрлі сандық модельдері, нүктелік бұлттар, 3D модельдер, биіктік карталары және ортофотопландар жасалады. Бұл зерттелетін аумақта болып жатқан өзгерістерді егжей-тегжейлі бақылауға және ықтимал деформациялық процестерді анықтауға мүмкіндік береді.

Жоба аясында команда салынған модельдерге валидация жүргізеді сандық модельдерде шифрды ашқан тән нүктелердің координаттарын дәстүрлі геодезиялық әдістермен алынған нәтижелермен салыстырады. Бұл тәсіл қолданылатын технологиялардың дәлдігі мен тиімділігін объективті бағалауға, сондай-ақ гидротехникалық құрылыстарды пайдалану мониторингі мен қауіпсіздігінің сенімділігін арттыру үшін ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді.



1 – сурет- Wingtra One UAV көмегімен аэрофототүсірілім нәтижесінде алынған Ортофотоплан

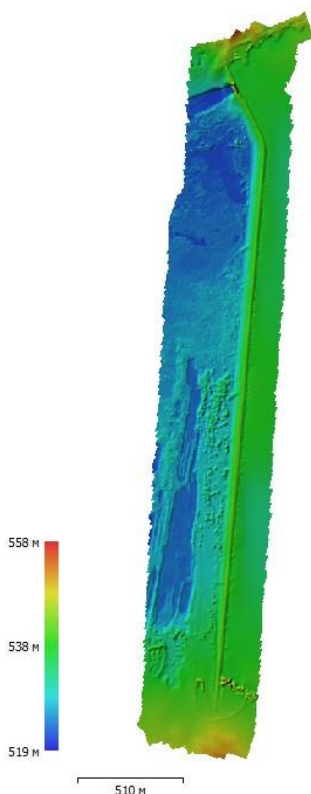
Жоба қашықтықтан зондтау және геодезиялық бақылау технологияларын пайдалана отырып, гидротехникалық құрылыстардың жай-күйін бағалаудың заманауи әдістемесін әзірлеуге бағытталған. Мониторинг ұшқышсыз ұшу аппараттарының екі түрін қолдана отырып жүргізілді:

Wingtra One - жоғары ажыратымдылықтағы аэрофототүсірілім, сандық рельеф моделін құру және ортофотоплан жасау үшін қолданылады;

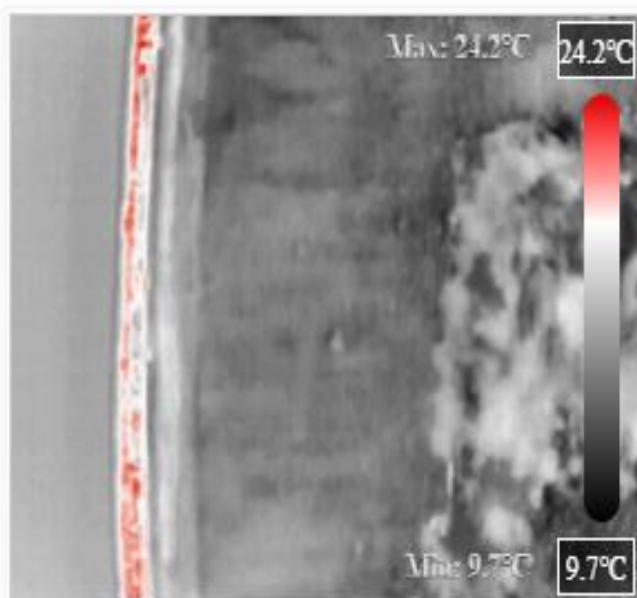
DJI Mavic 3 thermal - бөгет бетіндегі температура ауытқуларын түзетуге мүмкіндік беретін термиялық түсірілім жүргізу үшін қолданылған.



2– сурет-Wingtra One көмегімен түсірілім деректері бойынша салынған 3D моделі құрылымның геометриясы мен құрылымы туралы түсінік береді.



3-сурет – Цифрлық модельді талдау шөгу, деформация және массаның қайта таралу аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді.



4 - сурет-Тепловизиялық түсірілім батпақтану және судың ықтимал сүзілу белгілері бар аймақтарды анықтады.

Сонымен қатар, бөгеттің жотасын нивелирлеу жүргізілді, бұл ұшқышсыз ұшу аппараттарымен алынған деректерді растауға мүмкіндік берді.



5 - сурет-Нивелирлеу-сандық модельдерді тексерудің және бақылаудың маңызды кезеңі.



6-сурет-Егжей-тегжейлі аэрофототүсірілім үшін тігінен ұшатын ұшқышсыз ұшу аппараттары.



Сурет7-Mavic 3 Thermal тепловизормен жабдықталған және объектілердің техникалық жай-күйін жедел диагностикалауға жарамды

Жоба қатысушыларының айтуынша, визуалды, жылу және геодезиялық ақпаратты біріктіру объектінің ағымдағы жағдайын қадағалап қана қоймай, ықтимал деформациялар туралы ерте ескерту жүйесін құруға мүмкіндік береді. Өзірленіп жатқан әдістемелік тәсілдерді Қазақстанның басқа бөлеттері мен гидротехникалық құрылыстарында қолдануға бейімдеу жоспарлануда

"2024–2025 жылдар аралығындағы жұмыс тобы мүшелерінің жоғары рейтингтік журналдардағы жарияланымдар тізімі:"

Жобаны іске асыру шеңберінде келесі патентке өтінім берілді: (Низаметдинов Наиль Фаритович, Ожигин Дмитрий Сергеевич, Гроссул Павел Павлович, Казанцева Виктория Владимировна, Косарев Николай Сергеевич, Ярцева Вера Фаридовна, Байғали Руслан Қанатұлы, Сатбергенова Әсел Қуандыковна, Кубайдуллина Улпан Айтқужиевна №2024/0806.1, 02.10.2024 ж.).

Жоба аясында Journal of Mining Institute журналына (88 процентиль, Q1) келесі мақала ұсынылды: «Геокеңістіктік деректер негізінде техногендік нысандардың геотехникалық мониторингінің кешенді жүйесін әзірлеу» (Казанцева Виктория Владимировна, Ожигин

Дмитрий Сергеевич, Косарев Николай Сергеевич, Сатбергенова Әсел Қуандықовна, Ожигина Светлана Борисовна).

Зерттеу тобы

1. Низаметдинов Наиль Фаритович – т.ғ.к., МДиГ кафедрасының доценттің міндетін атқарушысы ORCID – 0000-0002-8881-1259 Scopus ID 57191986266
2. Ожигин Дмитрий Сергеевич – PhD, МДиГ кафедрасының доценттің міндетін атқарушысы ORCID – 0000-0002-2443-3068 Scopus ID 55827717400
3. Косарев Николай Сергеевич – т.ғ.к., ВАК доценті, Геодезия, топография және картография ғылыми-зерттеу институтының ғылыми қызметкері (Чех Республикасы) ORCID – 0000-0003-1806-3651 Scopus ID 57226373393
4. Сатбергенова Асель Қуандықовна – т.ғ.м., аға оқытушы, «Геодезия» мамандығы бойынша докторант, МДиГ кафедрасы ORCID – 0000-0001-5806-2827 Scopus ID 5720941133
5. Ярцева Вера Фаридовна – т.ғ.м., аға оқытушы, «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша докторант ORCID – 0000-0003-3015-0280
6. Казанцева Виктория Владимировна – т.ғ.м., оқытушы, «Геодезия» мамандығы бойынша кандидаттық дәрежеге үміткер ORCID – 0000-0002-5915-1677
7. Кубайдуллина Улпан Айтқұжиевна – т.ғ.м., оқытушы, «Маркшейдерлік іс» мамандығы бойынша докторант ORCID – 0000-0002-2445-5590
8. Байғали Руслан Қанатұлы – т.ғ.м., оқытушы, «Маркшейдерлік іс» мамандығы бойынша докторант ORCID – 0000-0003-4431-2172

Потенциалды пайдаланушылар үшін ақпарат

Жүргізілген зерттеулердің негізінде жобаны іске асырудың келесі жылдары ішінде зерттелетін нысанның әртүрлі уақыттағы цифрлық модельдері негізінде геомеханикалық үдерістердің ықтимал көріністерін болжауға арналған математикалық модель әзірленеді. Бұл модель машиналық оқыту мен жасанды интеллект әдістерін қолдану арқылы жасалады және БПЛА мен ДЗЗ арқылы алынған екі немесе одан да көп өлшеу серияларын біріктіруге мүмкіндік береді. Осылайша, деформациялық үдерістердің пайда болу ықтималдығы жоғары қауіпті учаскелер анықталады.

Қолдану саласы: Гидротехникалық құрылыстар

Мәліметтің жаңартылған күні: 01.07.2025 жс.