

АНДАТПА

6D071100-Геодезия мамандығы бойынша

Ормамбекова Ажар Ермекқызы

философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған диссертация

"Биік ғимараттардың деформацияларын автоматтандырылған
геодезиялық бақылау әдістемелерін әзірлеу және жетілдіру"

Тақырыптың өзектілігі. Қазіргі уақытта қалалар, әсіресе, мегаполистер «құрылыс бумы» деп аталатын кезеңді бастан кешуде. Қала аумағын қарқынды дамыту жұмыстары жүргізілуде. Сонымен бірге жер телімдерінің қымбаттауына байланысты көпқабатты үйлер салу үрдісі байқалады. Бұл жағдайларда қоршаған орта жағдайының өзгеруіне ең сезімтал болатынын ескере отырып, бұл объектілердің деформациялық процестерін байқау қажеттілігі туындайды.

Қазіргі уақытта биік ғимараттар құрылысының көлемі ұдайы артып келеді. Сонымен қатар, Қытай мен Біріккен Араб Әмірліктері соңғы уақытта көпқабатты үйлер салу бойынша әлемдік көшбасшылар деп танылды. Биіктігі 828 м болатын әлемдегі ең биік ғимарат – Бурдж Халифа – 2010 жылы Дубайда салынған. Сондай-ақ Жидда қаласында (Сауд Арабиясы) биіктігі 1000 м Kingdom Tower құрылысы жүріп жатыр.

Биік ғимараттар ең күрделі құрылыс нысандарының қатарына жатады, оларды жобалаудың бірқатар негізгі шешімдерін инженерлер мен сәулетшілердің халықаралық қоғамдық ұйымдары - IABSE - ASCE және CIB қабылдайды.

Нормативтік құжаттарда әртүрлі құрылыстардың техникалық жағдайын, әсіресе оларды пайдалану жағдайлары өзгерген кезде мониторинг жүргізу қажеттілігі реттеледі. Дегенмен, қашықтықтан зондтау технологияларымен, атап айтқанда жерді лазерлік сканерлеумен байланысты заманауи геодезиялық өлшемдерді қолдана отырып, биік ғимараттарды бақылау бойынша зерттеулер айтарлықтай аз.

Биік құрылыстардың деформацияларын анықтау мәселесін шешудің алғы шарттары негізінен әртүрлі инженерлік құрылымдардың деформацияларын бағалау бойынша қолданыстағы нормативтік және әдістемелік әдебиеттерде көрсетілген. Осыған байланысты геодезиялық жұмыстың осы саласының дамуына елеулі үлес қосқан атақты ғалымдар: Чан Ман Хунг, А.В. Комиссарова, Е.М. Медведева, А.И. Науменко, Г.А. Шеховцов, Р.В. Шульц және т.б.

Қарастырылып отырған тақырыпқа қатысты заманауи өлшеу және өңдеу технологияларын қолдану М. Б. Нұрпейісова, Қ. Б. Рысбеков, А. А. Игильманов, А. С. Чултуков және т. б. отандық зерттеулерде көрініс тапты.

Қазіргі уақытта деформацияның ең маңызды түрлерін (орам, иілу, біркелкі емес отыру) бағалауға болатын бірнеше нүктелерде бақылауды жүзеге асыруға ғана емес, сонымен қатар биік нысандардың цифрлық үш өлшемді модельдері негізінде оның бүкіл сыртқы бетінде деформацияның мүмкін

болатын түрлерінің кең спектрінде деформация процесін бағалауға мүмкіндік бар (жергілікті созылу-қысу, ығысу және сыну, бұралу және т.б.). Сонымен қатар, модельдік тәсіл деформациялау процесін кешенді түрде қарастыруға мүмкіндік береді: нақты деректерді кернеулі деформацияланған күйді бағалауға арналған бағдарламалық жасақтама кешендерінде қолдануға болады, бұл биік ғимараттың қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін шешімдердің сапасын едәуір арттырады. Сондай-ақ көп қабатты және аз қабатты ғимараттардың деформациясындағы айтарлықтай айырмашылықты атап өту маңызды. Егер соңғысына қатысты оның негізінің жауын-шашынынан деформация процесін бақылауға болатын болса, онда биік құрылымдарда негіз қозғалмайтын кезде сыни деформациялар пайда болуы мүмкін. Диссертациялық зерттеу осы және басқа да өзекті мәселелерді шешуге арналған.

Зерттеудің мақсаты Құрылыс және пайдалану кезінде олардың қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік беретін биік ғимараттардың деформациялық процестерін геодезиялық бақылау әдістемесін әзірлеу және негіздеу.

Жұмыстың негізгі идеясы интеграцияланған GNSS жүйесін пайдалана отырып, әртүрлі инженерлік құрылыстарды, соның ішінде машиналық көру негізіндегі көпқабатты ғимараттарды бақылау міндеттерін шешу үшін QR-кодталған нысандары бар қолжетімді метрикалық емес камераларды пайдалануға негізделген көпқабатты құрылыстарды бақылаудың инновациялық әдісін әзірлеу және сынақтан өткізу болып табылады.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

1. Биік құрылыстарды геодезиялық бақылаудың заманауи технологиялары мен әдістерін талдау, бақылаудың автоматтандырылған жүйелерін ұйымдастырудың нормативтік талаптары мен принциптері.

2. Машиналық көру және спутниктік өлшемдер принциптеріне негізделген интеграцияланған автоматтандырылған геодезиялық бақылау жүйесін құру.

3. Биік ғимараттарды геодезиялық бақылаудың автоматтандырылған жүйесінің дәлдігін имитациялық модельдеу және зерттеу.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер

1. Сандық камера жүйелерін және ғаламдық навигациялық спутниктік жүйелерді (GNSS) пайдалана отырып, көпқабатты үйлердегі деформация процестерін автоматтандырылған геодезиялық бақылаудың біріктірілген жүйесі

2. Көпқабатты үйлердегі деформация процестерін геодезиялық бақылау нәтижелерін өңдеу әдістемесі.

Ғылыми жаңалық

1. Біріктірілген автоматты геодезиялық бақылау жүйесі және оның имитациялық моделі әзірленді, бұл GNSS бақылау деректерімен алынған нәтижелерді біріктіру арқылы компьютерлік көруді пайдалана отырып, көпқабатты ғимараттың құрылымдық элементтері арасындағы салыстырмалы қозғалыстарды автоматты түрде анықтауға мүмкіндік береді.

2. Ғимараттардың құрылымдық элементтерін имитациялауға және өлшемдердің дәлдігін бағалауға мүмкіндік беретін заманауи бағдарламалық жүйелер (MatLab, Potomodler) негізінде көпқабатты үйлердің геодезиялық мониторингінің нәтижелерін өңдеу әдістемесі ұсынылды.

Зерттеудің негізгі нәтижелері

1. Теориялық ойларды тексеру үшін эксперименттік өлшеулер General Electric G100 сандық камерасын қолдану арқылы жүзеге асырылады. QR нысаны көлденең жазықтықта берілген шағын мәндерге жылжытылды.

2. Фазалық корреляция алгоритмі арқылы 33 м, 25 м және 17 м қашықтықта QR нысанасыны ығысуын өлшеуге арналған үш сынақ жүргізілді. Орташа квадраттық қателік 6,5 мм болды.

3. Биіктігі 90 м және 420 м типтік ғимаратқа арналған бақылау жүйесін модельдеу жүргізілді. Мұнда датчиктер бір-бірінен 30 м қашықтықта орналасқан.

4. Датчиктер арасындағы салыстырмалы дәлдікке және датчик-нысана жүйесіне арналған қате эллипстері ұсынылған. Ғимараттың тік ығысуы, оралуы, қисаюы және бұралуы сипатталған.

5. Бақылау жүйесі мен ҒНСЖ интеграциясының жоғары ғимараты үшін модельдеу тиімділігі тексерілді. Қосымша ҒНСЖ бақылаулары бар және онсыз өлшеулердің дәлдігі анықталды. Орташа квадраттық қателер абсолютті және салыстырмалы координаттар үшін ұсынылған.

Бұл нәтижелер ғимараттардағы қозғалыстарды бақылау үшін метрикалық емес камера жүйесінің өлшеу тиімділігі мен дәлдігін көрсетеді.

Зерттеу нысаны - көп қабатты ғимараттың компьютерлік моделі.

Зерттеу пәні - метрикалық емес сандық камералар жүйесі мен ғаламдық навигациялық спутниктік жүйелер (ҒНСЖ) негізінде биік ғимараттардың деформациялық процестерін автоматтандырылған геодезиялық бақылау әдістемесі болып табылады.

Ғылыми зерттеулердің әдіснамалық базасы

Ғылыми зерттеудің әдіснамалық базасы ғылыми-техникалық және нормативтік ақпаратты талдау мен жалпылауды, эксперименттік деректерді өңдеуге арналған математикалық статистика әдістерін және компьютерлік модельдеуді қамтыды. Зерттеу барысында зертханалық зерттеулер Киев ұлттық Құрылыс және сәулет университетінде "Қолданбалы геодезия" кафедрасында жүргізілді.

Зерттеу әдістері. Қойылған міндеттерді шешу үшін сандық камералар жүйесі зерттелді, жүйенің қажетті параметрлері анықталды, шығыс сигналдарының теориялық есептеулері жүргізілді, ҒНСЖ қолдауымен және қолдауынсыз жүйені тестілеу және модельдеу жүргізілді.

Практикалық маңыздылығы

Диссертациялық жұмыстың практикалық бағыты бар. Онда биік ғимараттарды геодезиялық бақылау үшін машиналық көру жүйесін қолдану негізделген. Объектілерді түсірудің далалық және камералдық кезеңдерін өткізуге арналған әдістемелік ұсынымдар тұжырымдалған. Сонымен қатар,

төмен ғимараттар үшін ҒНСЖ қолдауынсыз және көп қабатты ғимараттар үшін ҒНСЖ қолдауымен екі бақылау жағдайына арналған модельдер әзірленді.

Модельдеу нәтижелері жүйенің мүмкіндіктері туралы тұжырымдарды растады, әсіресе ҒНСЖ деректерін есепке алу бөлігінде. Алынған нәтижелер жүйені одан әрі дамыту үшін қажетті ғылыми базаға айналды және ұсынылған мониторинг әдісін автоматтандыруға болады.

Осыған байланысты алынған нәтижелерді жобалау және құрылыс ұйымдары автоматтандырылған технологиялар негізінде биік ғимараттардың техникалық жай-күйіне мониторинг жүргізу және жоспарлау кезінде пайдалана алады.

Жұмыста баяндалған теориялық және әдістемелік ережелер білім алушылардың "Геокеңістік цифрлы инженерия" дайындық бағытындағы арнайы пәндерді игеру кезінде оқу процесіне енгізілуі мүмкін.

Автордың жеке үлесі:

- биік ғимараттардың геодезиялық мониторингі туралы мәселені зерделеудің қазіргі жай-күйін талдау;
- зерттеудің негізгі міндеттерін қою;
- биік ғимараттардың деформацияларын модельдеу;
- ғимараттың деформациялық процестерін есепке алу үшін автоматтандырылған алгоритмдерді әзірлеу және сынақтан өткізу;
- диссертацияның ғылыми ережелері мен негізгі қорытындыларын тұжырымдау.

Жұмысты апробациялау

Зерттеудің негізгі нәтижелері МҚЖ BR21881939 "Тау-кен металлургия кешені үшін ресурс үнемдейтін энергия өндіруші технологияларды әзірлеу және инновациялық инжинирингтік орталықты құру" шеңберінде Сәтбаев университетінің инжинирингтік орталығының "Геомеханика және геотехнология" зертханасында бағдарламалық қамтамасыз етумен заманауи мониторингтік жүйе негізінде алынды.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері келесі ғылыми-практикалық және халықаралық конференцияларда ұсынылды және талқыланды: Сәтбаев оқуларының материалдары, инновациялық технологиялар Қазақстан Республикасы экономикасының кен және мұнай-газ секторындағы іргелі және қолданбалы міндеттерді табысты шешудің кепілі болып табылады. Алматы – 2019, маркшейдерлердің XVII Халықаралық конгресінің материалдары – Иркутск: ИрННТУ 2019, 21 ғасырдағы жер қойнауын игеру мәселелері жастар көзімен 2019, Мәскеу.

Жұмыс нәтижелерінің сенімділігі мен негізділігі жаңа заманауи автоматтандырылған технологиялардың деректерін өңдеудің заманауи сертификатталған әдістерін қолдана отырып, эксперименттік деректердің теориялық зерттеу үйлесімділігімен расталады.

Жарияланымдар

Диссертацияның негізгі ғылыми ережелері мен практикалық нәтижелері 13 жұмыста, оның ішінде 2 мақала - жетекші рецензияланатын ғылыми журналдар тізбесіне енгізілген басылымдарда; 1 мақала - ҚР БҒМ Білім және

ғылым саласындағы бақылау комитеті бекіткен тізбеге кіретін басылымдарда; 4 мақала шетелдік журналдарда және 6 мақала халықаралық конференцияларда жарияланды.

Жұмыс көлемі мен құрылымы

Диссертациялық жұмыстың мәтіні кіріспеден, 3 тараудан және қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер мен қосымшалардан тұрады, 100 бетте машинада басылған мәтінде ұсынылған және 46 сурет, 14 кесте, 67 атаудағы библиография, 2 қосымшадан тұрады.

Қорытынды

Диссертациялық жұмыста ҒНСЖ көмегімен метрикалық емес камералар жүйесін қолдана отырып, көп қабатты үйлерді бақылаудың жаңа тәсілі ұсынылды. Сынақ стендіндегі метрикалық емес камералар жүйесінің бір тізбегінің дәлдігін тексеру бақылаудың қажетті дәлдігін қамтамасыз ету мүмкіндігін растады. Фазалық корреляция алгоритміне негізделген кескін жұбының орын ауыстыруын анықтауды ұсынған әдіс табиғи эксперименттер сериясында тұрақты нәтижелер көрсетті. Эксперимент нәтижелері қолайлы дәлдікті қамтамасыз ететін датчик пен нысана арасындағы жеткілікті қашықтықты зерттеп, анықтады. Метрикалық емес камера жүйесін модельдеу екі жағдай бойынша жүргізілді: аз қабатты ғимараттар үшін ҒНСЖ қолданбау; қосымша ҒНСЖ бақылаулары бар метрикалық емес камера жүйелерімен. Модельдеу ҒНСЖ көмегімен қолжетімді метрикалық емес камера жүйесі жағдайында деформацияны бақылау үшін қажетті дәлдікті көрсетті. Осы жұмыста келтірілген нәтижелер негізінен имитациялық зерттеулерге негізделген. Бұл көпқабатты үйлердегі деформациялық процестерді бақылау үшін нақты жағдайларда метрикалық емес камераларды қолдану бойынша одан әрі зерттеулерге негіз жасайды. Бұл көп қабатты үйлердің деформациялық процестерін бақылаудың нақты жағдайында метрикалық емес камераларды қолдану бойынша зерттеулер жүргізу негізін құрайды.