

АННОТАЦИЯ

Орман Индира Мәлікқызының

«Негізгі ортадағы қосындылардың электромагниттік параметрлерін анықтау үшін алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына 8D06101 – «Информатика, есептеу техникасы және басқару» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған

Зерттеудің өзектілігі. Көлік инфрақұрылымының қазіргі заманғы дамуы объектілердің техникалық жағдайын жедел диагностикалаудың жоғары дәлдікті әдістерін енгізуді талап етеді. Осы саладағы негізгі міндеттердің бірі – көпқабатты инженерлік құрылымдар мен төселмелі топырақтарды бұзбай бақылау болып табылады. Қолданыстағы технологиялардың ішінде георадиолокация (GPR) әдісі ерекше орын алады. Оның кеңінен қолданылуына қарамастан, ортаның сандық сипаттамаларын (диэлектрлік өтімділік пен электр өткізгіштік) анықтау үдерісі күрделі және елеулі есептеу ресурстарын талап етеді.

Қалдықты көпсатылы минимизациялауды қажет етпейтін тікелей сандық алгоритмдерді әзірлеу өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады. Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Президентінің 2025 жылғы 8 қыркүйектегі «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: цифрлық трансформация» атты Жолдауында айқындалған міндеттерді іске асыру тұрғысынан ерекше маңызға ие.

Зерттеудің мақсаты.

Георадиолокациялық зондтау деректері негізінде төселмелі ортадағы кірінділердің электромагниттік параметрлерін (диэлектрлік өтімділік пен электр өткізгіштік) анықтауға арналған алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу, соның ішінде көзді калибрлеу, тереңдігін бағалау және жер асты қабаттарының жағдайын мониторингтеу үшін терең оқыту әдістерін қолдану.

Зерттеу міндеттері.

1. Негізгі ортаның электромагниттік параметрлерін анықтауға арналған қолданыстағы георадиолокациялық әдістер мен алгоритмдерді талдау.

2. «Лоза-В» георадары арқылы зондтау әдісімен жүргізілген эксперименттік зерттеулер негізінде тереңдікті анықтау әдістерін әзірлеу және енгізу, сондай-ақ инженерлік-техникалық тәсілдер негізінде диэлектрлік өтімділік пен электр өткізгіштікті анықтау әдістерін әзірлеу.

3. Георадардың нақты деректерін бастапқы өңдеудің әдістемелік тәсілдерін әзірлеу және ортаның ылғалдылық коэффициентінің диэлектрлік өтімділік коэффициентіне әсерін сипаттайтын калибрлеу функциясын анықтау.

4. Георадиолокациялық деректерді интерпретациялау үшін терең оқыту әдістері негізінде жер асты қабаттарының құрылымдық жағдайын мониторингтеу және диагностикалау әдістемесін әзірлеу.

5. Оңтайландыру әдісін қолдану негізінде көз параметрлерін анықтау әдісін әзірлеу.

6. Геоэлектрика теңдеуінің жиіліктік аймақтағы аналитикалық шешімі негізінде төселмелі ортадағы кірінділердің диэлектрлік өтімділігі мен электр өткізгіштігін анықтау әдісін әзірлеу.

Зерттеу әдістері.

Физикалық негізделген формулаларға сүйенген инженерлік-техникалық әдістер; көз функциясын кестелік түрде анықтаудың математикалық модельдеуі; геоэлектрика есебін

жиіліктік аймақта аналитикалық шешу негізінде негізгі ортадағы қосындылардың электромагниттік қасиеттерін анықтау; оңтайландыру әдістерін қолдану; сондай-ақ терең оқыту әдістерін (оның ішінде LSTM типті рекурренттік нейрондық желілерді) пайдалану.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы

1. «Лоза-В» георадарын пайдаланып зондтау әдісімен жүргізілген эксперименттік зерттеулер негізінде тереңдікті анықтау әдістері және инженерлік-техникалық тәсілдер негізінде диэлектрлік өтімділік пен электр өткізгіштікті анықтау әдістері әзірленді.

2. Георадардың нақты деректерін интерпретациялау және бастапқы өндеудің әдістемелік тәсілдері ұсынылды.

3. Георадиолокациялық деректерді интерпретациялау үшін терең оқыту әдістері негізінде жер асты қабаттарының құрылымдық жағдайын мониторингтеу және диагностикалау әдістемесі әзірленді, бұл біртексіздіктерді тану дәлдігін арттырып, нәтижелердің маманның субъективті тәжірибесіне тәуелділігін төмендетеді.

4. Кестелік түрде оңтайландыру әдісін қолдану негізінде көз параметрлерін анықтау әдісі әзірленді.

5. Итерациялық оңтайландыру әдістерін қолданбай, геоэлектрика теңдеуінің жиіліктік аймақтағы аналитикалық шешімі негізінде негізгі ортадағы қосындылардың диэлектрлік өтімділігі мен электр өткізгіштігін анықтау әдісі әзірленді.

Қорғауға ұсынылатын негізгі нәтижелер

1. «Лоза-В» георадарын пайдаланып зондтау әдісімен жүргізілген эксперименттік зерттеулер негізінде тереңдікті анықтау әдістері және инженерлік-техникалық тәсілдер негізінде диэлектрлік өтімділік пен электр өткізгіштікті анықтау әдістері әзірленіп, іске асырылды, бұл георадиолокациялық деректерді интерпретациялау дәлдігін арттырады.

2. Георадардың нақты деректерін интерпретациялау және бастапқы өндеудің әдістемелік тәсілдері, сондай-ақ ортаның ылғалдылық коэффициентінің диэлектрлік өтімділік коэффициентіне әсерін сипаттайтын калибрлеу функциясын анықтау тәсілдері ұсынылды.

3. Георадиолокациялық деректерді интерпретациялау үшін терең оқыту әдістері негізінде жер асты қабаттарының құрылымдық жағдайын мониторингтеу және диагностикалау әдістемесі әзірленді, бұл біртексіздіктерді тану дәлдігін арттырып, нәтижелердің маманның субъективті тәжірибесіне тәуелділігін төмендетеді.

4. Оңтайландыру әдісін қолдану негізінде көз параметрлерін анықтау әдісі әзірленді, бұл модельді эксперименттік деректермен сәйкестендіру арқылы интерпретацияның сенімділігін арттырады.

5. Геоэлектрика теңдеуінің жиіліктік аймақтағы аналитикалық шешімі негізінде негізгі ортадағы қосындылардың диэлектрлік өтімділігі мен электр өткізгіштігін анықтау әдісі әзірленді, бұл зерттелетін объектілердің геофизикалық сипаттамаларын қалпына келтіру дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңызы.

Қосындылардың электромагниттік сипаттамаларын анықтау міндетін шешуге арналған алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу жол конструкцияларының жер асты қабаттарын, құрылыс алаңдарын, сондай-ақ археологиялық зерттеулерді мониторингтеу үшін қолданылуы мүмкін. Бұл негізгі қабаттардың физикалық күйі (жоғары ылғалдылық), қуыстардың болуы жоғарғы қабаттардың жағдайына елеулі әсер етіп, олардың бұзылуына дейін жеткізуімен байланысты.

Зерттеу объектісі – георадиолокациялық зондтау кезінде жер асты біртекті орталарында электромагниттік толқындардың таралуы мен шағылу процестері болып табылады.

Зерттеу пәні – георадиолокациялық деректерді өңдеу және интерпретациялаудың алгоритмдері мен математикалық модельдері болып табылады.

Докторанттың жеке үлесі.

Диссертациялық зерттеуде автор зерттеу міндеттерін қойып, оларды формализациялады. Математикалық модельдер, есептеу әдістері, сондай-ақ негізгі ортадағы қосындылардың электромагниттік параметрлерін анықтауға арналған алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді. Диссертация тақырыбы бойынша ғылыми жарияланымдар дайындалып, зерттеу нәтижелері халықаралық ғылыми семинарлар мен конференцияларда апробациядан өтті. Әзірленген алгоритмдер мен бағдарламалық құралдардың өндірістік қызмет пен оқу үдерісіне практикалық енгізілуі қамтамасыз етілді.

Апробация және жарияланымдар.

Диссертация тақырыбы бойынша 5 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде: 3 мақала – ҚР ҒЖБМ Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда; 2 – халықаралық конференциялар жинақтарында; 2 мақала – Scopus деректер базасында индекстелетін журналда. Зерттеудің негізгі нәтижелері М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» кафедрасының ғылыми семинарларында, сондай-ақ республикалық және халықаралық конференцияларда, соның ішінде «Кері және дұрыс қойылмаған есептерді шешудің теориясы мен сандық әдістері» (Новосибирск, 2023) және «Диэлектрлік өтімділіктің ылғалдылыққа тәуелділігінің калибрлеу функциясын анықтау» (Новосибирск, 2024) атты конференцияларда баяндалды.

Нәтижелерді енгізу және диссертацияның құрылымы

Диссертациялық жұмыста әзірленген алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз ету «Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КЕАҚ оқу үдерісіне, сондай-ақ «Жол активтерінің сапасының ұлттық орталығы» ШЖҚ РМК қызметіне сәтті енгізілді, бұл тиісті енгізу актілерімен расталған.

Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Автор ғылыми кеңесші — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор Курмашев Ильдар Гусмановичке, екінші ғылыми кеңесші — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Исаков Казизат Такуадиновичке және шетелдік ғылыми кеңесші — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Amir Mosavi Aliahsraf-қа ғылыми жетекшілігі мен қолдауы үшін шынайы алғысын білдіреді.