

**«6D070500 - Математикалық және компьютерлік модельдеу»
мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу
үшін дайындалған Ракишева Диляра Советовнаның «Дамбалар мен
бөгеттерді электрлікбарлау есебін моделдеу» атты диссертациялық
жұмысының**

АННОТАЦИЯСЫ

Жұмыстың өзектілігі. Электрлік томография әдісі қазіргі геофизиканың жетекші әдістерінің бірі болып табылады және әлемнің барлық елдерінде кеңінен қолданылады. Бұл әдіс автоматтандыру мен өлшеулерді цифрландыру технологиясының арқасында жетілдірілуде. Алынған деректердің жоғары тығыздығы компьютерлік өңдеуді және модельдеуді қажет етеді. Сондықтан, осы саладағы математикалық модельдеудің мәні, қарастырылып отырған есептердің күрделілігінің артуымен қатар өседі. Жер бетін зерттеумен қатар, бұл әдіс дамбалар мен бөгеттерді электрбарлауында да қолданылады.

Қазіргі уақытта әртүрлі дамбалар мен бөгеттердің гидротехникалық құрылымдарының қауіпсіздігі біздің елімізде ғана емес, бүкіл әлемде маңызды рөл атқарады. Соңғы он жыл Қазақстанда апатты жағдайдағы бөгеттерді есептегенде (Қызылағаш, Алматы облысы 2010 ж., Көкпекті ауылы, Қарағанды облысы 2014 ж., Түркістан облысы Өзбекстандағы Сардоба 2020 ж. Дамбаларының бұзылуынан зардап шекті), бүкіл әлемде (Инд өзені, Пәкістан 2010 ж., Хуанхе өзені, Қытай 2010 ж., Сейба өзені, Ресей 2019 ж. және т. б.) дамбалар мен бөгеттерді қорғау жүйелерінің осалдығын көрсетті.

Бөгеттердің жайы көп жағдайда кезеңдік мониторингті ұйымдастыруға байланысты: маусымаралық, жыл сайынғы, квартал сайынғы. Бөгеттің денесіндегі бұзылыстарды эрозия, ағып кету, гранулометриялық құрамның өзгеруі және нәтижесінде кеуектіліктің жоғарылауы және ағып кетудің, жарықтардың, бұзылулардың және бөгеттің жарылуының алдын алуға мүмкіндік береді. Бөгеттің денесін көлденең бақылау осындай өзгерістерге сезімтал және болашақта ақпараттылы болып табылады.

Жоғарғы және төменгі бьефтердегі су деңгейінің өзгеруін ескере отырып, бөгет құрылымының өзгеруін анықтау үшін бөгеттің көлденең электромониторингін математикалық және компьютерлік модельдеу гидротехникалық құрылыстарды зерттеуде өте маңызды міндет болып табылады.

Электромониторинг ортаның электрлік қасиеттерінің өзгеруін анықтауға негізделген. Өлшеу кешенінде өрімдерге қосылған қоздырғыш және өлшеуші электродтардың үлкен жүйесі бар. Жүйе белгілі бір аппаратурада жұмыс істейді және электродтар туралы деректер енгізілетін, қоздырғыш және өлшеуші электродтар нақтыланатын алдын ала белгіленген хаттама бойынша жұмыс істейді. Өлшеу хаттамасын жүзеге асыру нәтижесінде өлшеу деректерінің үлкен жиыны алынады. Электр өрісінің дамбаның ішінде болатын өзгерістерді сезінетінін анықтау маңызды. Бұл ағып

кету, қоршаған ортаның минералдану қасиеттерінің өзгеруі, ағып кету тереңдігінің өзгеруі, жоғарғы және төменгі бьефтің биіктігінің өзгеруі және т.б. болуы мүмкін. қазіргі уақытта бақылау жүйесі дамбаның денесіне бөгет денесінің бойымен бірнеше жыл бойы бір рет қойылады және қымбатқа түседі, сондықтан мониторингтің маңызды міндеті-дамбаның денесіндегі барлық өзгерістерді есептеуге болатын сенімді математикалық модель мен оған негізделген бағдарламаны құру.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты бөгеттер мен бөгеттердің көлденең электромониторингі үшін есептерді модельдеу болып табылады.

Зерттеу нысаны квазитрехмерлік модельдеу әдісін қолдана отырып, дамбалар мен бөгеттердің көлденең электромониторингі болып табылады. Оған Фурье түрлендіруін қолдану.

Жұмыстың жаңалығы. Көп жағдайда электр-графикалық мониторинг бөгеттің жотасы бойымен және оған параллель бермаларда жүргізіледі, ол дамбаның денесінде орналасқан профильдерді түсіндірудің сенімді әдістерінің жоқ болуы салдарынан. Сондай-ақ, су құрамындағы өзгерістердің әсері, су деңгейінің өзгеруі, төменгі және жоғарғы бьефтер астындағы ағып кетулерді анықтау ескерілмейді. Сондықтан, бұл мәселені шешу үшін бөгеттің денесінде оның рельефін ескере отырып орналасқан электромография қондырғылары үшін, зерттеулер жүргізу қажет. Бұл жұмыста дамбаға электродтарды көлденең орналастыру модельденеді. Бұл рельефті, жоғарғы және төменгі бьефтің биіктігінің өзгеруін, ағып кетудің биіктігі мен тереңдігін өзгертуге мүмкіндік береді.

Математикалық модельдеу тұрғысынан, интегралдық теңдеулер әдісін қолдану басқа әдістермен салыстырғанда, есептерді шешудің жоғары дәлдігі мен жақсы үнемділігін алуға мүмкіндік береді. Үш өлшемді электр өрісін есептеу екі өлшемді интегралды теңдеулер жүйесіне дейін жеңілденеді, содан кейін Фурье түрлендіруін қолдана отырып, жүйе бір өлшемді теңдеулерге дейін келтіріледі. Бұл теңдеулерде бөгет денесінің көлденең қимасында алынған контурлары бойымен интегралдау жүзеге асырылады. Әр модель үшін, Фурье түрлендіру кезінде жиіліктің әр мәні үшін теңдеулер жүйесі шешіледі. Содан кейін кері Фурье түрлендіруі жүзеге асырылады. Бұл тәсіл есептеулерді едәуір жылдамдатуға мүмкіндік берді.

Доторанттың жеке үлесі: Рельефті орта үшін интегралдық теңдеудің Фурье түрлендіруінің нәтижесі. Қорғауға алынған ERTDam2D бағдарламасын жазу, тестілеу және өңдеу. Конференциялар мен ғылыми семинарларда баяндама жасау және жарияланымдар жазу.

Авторлық куәліктер. 28.08.2020 ж. №11797 авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге, құқықтарды мемлекеттік тізімге енгізу туралы куәлік алынды.

Нәтижелерді енгізу. Диссертациялық жұмыстың ғылыми-зерттеу нәтижелерін "ГЕОСКАН ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШҚ өндірісіне енгізу актісі бар.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық жұмыс ғылыми семинарларда баяндалды:

- ✓ 8.10.2019 ж. М.В. Ломоносов ММУ-дің геологиялық факультеттің жер қыртысын зерттеудің геофизикалық әдістері кафедрасында (Мәскеу).
- ✓ 1.10.2020 Ж. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ механика-математика факультетінде "Функционалдық талдау және оның қосымшалары" ғылыми семинары (Нұр-сұлтан).
- ✓ 19.03.2020 Ж. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ (Нұр-сұлтан) механика-математика факультетінде "Басқару және графтардағы сәйкестендіру міндеттері" мектеп-семинарының ғылыми семинары.

Халықаралық конференцияларда:

- ✓ 29.09.2017 ж. "Информатика және қолданбалы математика" 2-ші Халықаралық ғылыми конференциясы (Алматы).
- ✓ 28.08.2019 ж. "Кері есептерді шешудің теориясы мен сандық әдістері" 11-ші Халықаралық Жастар ғылыми мектеп-конференциясы (Новосибір, Академгородок).
- ✓ 12.04.2019 ж. "Ғылым және білім-2019" 14-ші Халықаралық ғылыми конференциясы (Нұр-Сұлтан, III - дәрежелі Диплом).
- ✓ 10.04.2020 ж. "Ғылым және білім-2020" 15-ші Халықаралық ғылыми конференциясы (Нұр-сұлтан, I - дәрежелі Диплом).

2017 жылдан бастап диссертациямен жұмыс істей отырып, ғылыми кеңесшілермен бірлесіп 10 жұмыс жарияланды. Web Of Science халықаралық ғылыми жұмыстар базасына енгізілген 2 жұмыс, БҒСБК ұсынған тізімдегі журналдарда 4 жарияланым және шетелдік және халықаралық конференцияларда 4 жарияланым.

Қорғауға шығарылады:

- ✓ Дамбалар мен бөгеттердің көлденең электромониторингі үшін математикалық модель жасалды, ол осы мәселені шешудің мүлдем жаңа тәсілі болып табылады.
- ✓ Зарядтар пайда болатын екі немесе одан да көп байланыс орталарының шекараларында электродтардың орналасуы үшін, интегралдық теңдеулер жүйесін шешудің іс жүзінде тұрақты сандық әдісі жасалды.
- ✓ Интегралданатын теңдеудің ретін төмендету үшін, Фурье түрлендіруі қолданылады.
- ✓ Интегралдық теңдеулерді сандық шешудегі итерациялардың жинақталуын жақсарту үшін, теңдеулерде екінші ретті итерацияланған ядроға көшудің дискретті аналогы идеясы іске асырылды
- ✓ РБФ әдісі барлық байланыс шекаралары үшін кестелік берілген функциялар үшін ғана емес, сонымен қатар олардың алғашқы туындысы үшін де қолданылады, бұл интегралдық теңдеулерді шешуде паразиттік тербелістерді болдырмауға көмектесті
- ✓ Дамбаның жеті түрлі моделі үшін, ERTDAM2D дамбалар мен бөгеттерін электромониторингіне арналған қолданбалы бағдарлама жасалды.

Жарияланымдар

Web of Science базасында:

1. Balgaisha Mukanova, Tolkyn Mirgalikyzy and Dilyara Rakisheva Modelling the Influence of Ground Surface Relief on Electric Sounding Curves Using the Integral

Equations Method // Mathematical Problems in Engineering. – Vol. 2017. - Article ID 9079475, doi: <https://doi.org/10.1155/2017/9079475>. WoS IF 1,179.

2. Rakisheva D.S. Mukanova B.G., Modin I.N., Simulation of electrical monitoring of dams with leakage transverse with a transverse placement of the measuring installation // Eurasian journal of mathematical and computer applications. ISSN 2306–6172 Vol. 8, Issue 4 (2020) P. 69 – 82., WoS If: 0.341

БҒСБК ұсынған басылымдарда:

3. Ракишева Д.с., Миргалиқызы Т., Муканова Б. Г.РБФ әдісімен күндізгі беттің жер бедерін аппроксимациялау // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының жаршысы. - 2017. – Т. 1, №365. -б.210-215.

4. Мұқанова Б.Г., Рақышева Д. с., 2D жергілікті қосумен рельефті сыйымды ортаға арналған Интегралдық теңдеулер әдісі // Л. Н. Гумилев атындағы ЕҰУ хабаршысы, №4 (129) 2019. б.56-67.

5. Rakisheva D. S., Modin I. N., Mukanova B. G, 2D medium: сандық әдіс және аналитикалық шешімдер // Қарағанды университетінің Хабаршысы, №2 (98) 2020. б 204-214 / WoS If: 0

6. Mukanova B.G. Rakisheva D.S. The Method of the Integral Equations and Fourier transforms for the problems of Modeling the electrical monitoring of dams and barriers // International Journal of Mathematics and Physics 11, №1, 4 (2020) б.4-12

Шетелдік және халықаралық конференциялар материалдарында:

7. Муканова Б.Г., Миргалиқызы Т., Ракишева Д. С. Интегралдық теңдеулер әдісімен электр зондтау қисықтарына жер беті рельефінің әсерін модельдеу. "Информатика және қолданбалы математика"III Халықаралық ғылыми конференция материалдары. - Алматы, 27-30 қыркүйек 2017. - б.352-366.

8. Mukanova B. G. Rakisheva D. S. Fourier transformation method for solving integral equation in the 2.5 D problem of electric sounding // XI – " Кері есептерді шешудің теориясы мен сандық әдістері "Халықаралық Жастар ғылыми мектеп-конференциясы б. 62, 2019 ж. Новосибирск, Академгородок.

9. Ракишева Д.С. Күндізгі беттің рельефін электрлік зондтау есебіндегі интегралдық теңдеуді шешу үшін, Фурье түрлендіру әдісін қолдану // XIV Халықаралық ғылыми конференция материалдары "Ғылым және білім-2019" 2019ж, б. 1454-1460. ЕҰУ. Л. Н. Гумилев, Нұр-сұлтан Қ. (ІІІ дәрежелі Диплом).

10. Ракишева Д. с., Даукен С., "Косая гора" объектісінің рельефін РБФ әдісімен жуықтау // XV халықаралық ғылыми конференция материалдары "Ғылым және білім-2020" 2020ж., б. 1537-1544. Нұр-сұлтан Қ. (І дәрежелі Диплом).

Диссертация құрылымы. Диссертация 102 беттен, 92 суреттен, кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, дәйексөздер тізімінен және қосымшалардан тұрады. **Бірінші бөлімі** -негізгі әдістер мен математикалық негіздер көрсетілген шолу бөлімі. Докторантураның басында жарияланған жұмыстардың нәтижелері көрсетілген. Математикалық және геофизикалық негіздер бойынша жұмыстарға шолу жасалды. Диссертацияның **екінші бөлімінде** математикалық Интегралдық теңдеулер жүйесі, бағдарламалау кезінде қолданылатын сандық есептеу әдісі, радиалды базистік функциялар әдісі (RBF), сонымен қатар, математикалық модел негізінде жазылған

қолданбалы бағдарламаның функционалдығы көрсетілген. Автор сандық эксперименттер, синтетикалық деректерге арналған RBF әдісі және диссертацияның соңында нақты деректер туралы айтады. Диссертацияның негізгі бөлігі **үшінші бөлімнен** тұрады, мұнда жеті модельге арналған ERTDam2D дамбалар мен бөгеттерін электромониторингіне арналған бағдарламаны есептеудің толық зерттеу нәтижелері сипатталған.