

АҢДАТПА

6D071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмыс»

Көшекova Бибігул Викторoвна

"СЕЙСМОГРАММАЛАРДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ЖЕР СІЛКІНІСІНІҢ ЖЕДЕЛ ХАБАРШЫЛАРЫН ІЗДЕСТІРУДІҢ ӘДІСТЕРІ МЕН ИНФОКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ»

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі уақытта радиоэлектрондық және инфокоммуникациялық технологиялар мен қолданбалы компьютерлік бағдарламаларды қолдану халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге ықпал ете отырып, іс жүзінде барлық іргелі зерттеулерде жаңа ғылыми тәсілдер мен инновациялық шешімдерді қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Сейсмология геологиялық және физикалық ғылымдардың тоғысқан жерінде, теориялық аспектіде жер сілкіністерінің таралу себептерін, мәні мен заңдылықтарын зерттейді, ал қолданбалы жағдайда - халық үшін жарақаттануды болжау және қысқарту және құрылыстарды бұзу жолымен жер сілкінісінен қорғау үшін білімді қалыптастырады. Сейсмикалық толқындарды тіркеудің әдістері мен құралдарын әзірлеумен айналысатын сейсмометрия сейсмологиямен тығыз байланысты.

Жоғары жиіліктегі сейсмикалық қауіпті аймақта болуына байланысты Қазақстан Республикасында жер сілкінісі өзекті мәселе болып табылады, мысалы, Алматы қаласы мен Алматы облысында жыл сайын 400-ге дейін жер сілкінісі тіркеледі. Сейсмикалық белсенділік проблемасының өзектілігі өсуде, себебі елдің батысы мен орталығы да жер асты дүмпулері магнитудаларға 6 баллдан астам болғандықтан қауіп-қатер аймағына кірді.

Іс жүзінде әрбір елде ғалымдар ұжымы жер сілкінісін болжау бойынша зерттеулермен айналысады, алайда бұл мәселе әлі күнге дейін тиімді шешілмеген және өзекті болып қала береді. Жер сілкіністерін болжау олардың жедел хабаршыларың, атап айтқанда сейсмикалық, геофизикалық, геохимиялық, гидродинамикалық және т.б. анықтауға негізделеді, бірақ оларды пайдалану ақпараттылығы мен тұрақтылығының төмендігінен жеткіліксіз тиімді болып қала береді.

Сонымен қатар, жер сілкінісінің барлық жедел хабаршылары, оның ішінде: форшоқтар, жер бетінің деформациясы мен көлбеулерінің өзгеруі,

бойлық және көлденең сейсмикалық толқындардың жүру жылдамдығы, жер астындағы су деңгейінің өзгеруі, тау жыныстарының динамикалық сығылуы сейсмограммалар нысанының өзгеруіне әкеп соғады. Демек, сейсмологиялық сигналдарға терең талдау жасай отырып, зияткерлік әдістер негізінде жер сілкіністерінің алдын-алушыларын тиімді және сапалы тануға және сәйкестендіруге болады. Шу сигналдары сынуды дайындау процестерінің белгілі бір көрінісі болғандықтан, оларды зерттеу жер сілкінісін болжау үшін жеткілікті қызықты.

Соңғы бес жыл ішінде, инфокоммуникациялық және компьютерлік технологиялардың қарқынды дамуына байланысты, сейсмограммаларды талдау бойынша өте тиімді және перспективалы бағыт радиотехникалық сигналдарды цифрлық өңдеу әдістерін қолдануға негізделген технологиялар: нейрожелілік технологиялар, вейвлет–талдау, аналитикалық және сандық моделдеу, анық емес жиындар теориясы және т. б. Бұл бағытта зерттеушілер жер сілкінісін болжау үшін сейсмограмма параметрлерінің өзгеруінде заңдылықтарды анықтау бойынша елеулі нәтижелер алды, алайда жер сілкінісінің жедел хабаршыларын анықтау, олардың тиімділігін бағалау және уақыт аралықтарын анықтау бойынша бірқатар зерттеулер жүргізу қажет.

Қазақстан Республикасындағы сейсмологиялық жағдайды жинау және талдау Орталық Азиядағы ең үздіктердің бірі болып табылатын және оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарды қамтитын сейсмологиялық мониторинг жүйесінің көмегімен жүргізіледі. Оған бақылау желілері кіреді: сейсмологиялық, геофизикалық, гидрогеологиялық, биологиялық және жер бетінің қазіргі заманғы қозғалыстары. Әрбір желі ақпаратты жинау, өңдеу және сақтау орталығына телекоммуникациялық арналар арқылы жібереді.

Қазақстанның бүкіл аумағында сейсмологиялық белсенділікті тиімді бағалауды қамтамасыз ету үшін орталық және батыс өңірлерін қоса отырып, бақылау аумағын қамтуды ұлғайту, радиоэлектроника мен сымсыз технологиялардың қазіргі заманғы құралдары, оның ішінде жер сілкіністерінің жедел хабаршылары туралы деректер негізінде ақпарат берудің жылдам әрекет ететін және арзан арналарын құру жолымен жүйені жаңғырту талап етіледі.

Осы диссертациялық жұмыстың мақсаты болжаудың тиімділігін арттыру үшін қазіргі заманғы радиотехникалық және сымсыз технологиялар негізінде жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеумен сейсмограммаларды жинау және өңдеу интеллектуалды әдістері мен алгоритмдерін пайдалана отырып, инфокоммуникациялық жүйені зерттеу және әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

- жер сілкінісін болжау және сейсмологиялық мониторинг жүйесін бақылау желілерінің қызмет етуі бойынша сейсмологиядағы проблемаларды талдау;

- сейсмограмма сипаттамаларының виртуалды жиілігін және форманың параметрлерін сәйкестендіру негізінде жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеу үшін сандық сейсмикалық сигналдарды өңдеу, талдау алгоритмдерін және тиімді әрі әмбебап әдістерін әзірлеу және зерттеу;

- ҚР БҒМ "Сейсмология институты" ЖШС жер сілкіністерін кешенді болжау зертханасының базасында жер сілкіністерінің жедел хабаршыларын іздеу әдістері негізінде компьютерлік аспаптарды әзірлеу және оларды сынау;

- нақты сейсмограммаларды талдау негізінде жер сілкінісінің жедел хабаршыларын анықтау бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізу;

- экономикалық тиімділікті қамтамасыз ету және сапалы параметрлерді жақсарту үшін LTE сымсыз технологияларын және Wi-Fi радиомосталарын пайдалану негізінде сейсмологиялық бақылау желісін жаңғырту бойынша ұсынымдардың техникалық шешімдерінің кешенін әзірлеу;

- жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестірудің инфокоммуникациялық жүйесінің құрылымын әзірлеу.

Зерттеу объектісі - сейсмикалық сигналдарды сандық өңдеудің және интеллектуалды талдаудың радиотехникалық әдістері және сейсмологиялық мониторинг жүйесін бақылау желілерінің инфокоммуникациялық жабдықтары.

Зерттеу пәні - мониторинг кезінде сейсмограммаларды зияткерлік талдау негізінде жер сілкіністерінің жедел хабаршылары туралы ақпаратты алу процестері, сейсмологиялық бақылау желісінде деректерді беру арналарын жаңғырту.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста қойылған міндеттерді шешу үшін кездейсоқ сигналдарды цифрлық өңдеудің радиотехникалық әдістері, зияткерлік сәйкестендіру және тану, сызықтық алгебра мен статистикалық радиотехника математикалық моделдеу құралдары қолданылды.

Интеллектуалды компьютерлік аспаптарды әзірлеу және эмпирикалық зерттеулер жүргізу кезінде компьютерлік, имитациялық модельдеу және математикалық есептеулерді автоматтандыру құралдары белсенді қолданылды.

Сейсмологиялық бақылаулар желісінің деректерін беру арналарын жаңғырту радиотехникалық жүйелерді жобалау технологиясын қолдана

отырып және радиоэлектрондық компоненттердің қазіргі заманғы базасы негізінде жүргізілді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы келесі ережелер мен нәтижелерге негізделген:

- жер сілкінісінің жедел хабаршілерін автоматты түрде іздеу үшін дискретті сәйкестендіру сипаттамаларын қалыптастыру негізінде ақпараттық белгілерді анықтау бойынша бастапқы мәндермен бір мезгілде салыстыра отырып, ортақ тәсіл қалыптасты;

- жер сілкінісінің "минуттық" және "секундтық" жедел хабаршыларын іздеу әдісі ұсынылды, ол күрделі нысандағы сейсмикалық сигналдарды өңдеу сейсмограмма мен оның өсуінің уақытша сипаттамаларын векторлық сәйкестендіру негізінде жүргізіледі, ал жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеу нысан параметрінің шекті мәні бойынша жүзеге асырылады;

- жер сілкінісінің жедел хабаршыларын "сағаттық" іздеу әдісі ұсынылды, ол күрделі нысандағы сейсмикалық сигналдарды өңдеу сейсмограмма мен оның өсуінің уақытша сипаттамаларын векторлық сәйкестендіру негізінде жүргізіледі, ал жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеу форманың және виртуалды жиіліктің шекті әр текті параметрлері бойынша жүзеге асырылады;

- сейсмограммаларды сандық өңдеу және жер сілкінісінің жедел хабаршыларын кешенді іздеу әдістемесі мен алгоритмі әзірленді, ол сейсмикалық бақылау процесінде жер сілкінісін болжаудың ықтималдық бағалауымен жер сілкінісінің "секундтық", "минуттық" және "сағаттық" жедел хабаршыларының қолданылуымен ерекшеленеді;

- сейсмограммаларды сандық өңдеу және жер сілкіністерінің жедел хабаршыларын іздестіру әдістемесі мен алгоритмі әзірленді, ол сейсмикалық бақылау процесінде бір-біріне қарамастан жер сілкіністерінің "минуттық", "секундтық" және "сағаттық" жедел хабаршылары дәйекті түрде анықталады;

- жер сілкінісінің хабаршыларын іздеумен сейсмограммаларды интеллектуалды талдаудың компьютерлік құралдарын әзірлеу, Wi-Fi радиомостарын және LTE технологиясын қолдану негізінде бақылаудың барлық желілерінің ақпарат беру арналарын жаңғырту және құру бойынша технологиялық шешімдер кешені ұсынылды.

Практикалық маңыздылығы.

Берілген қолдану аясына тән және сарапшылар қабылдаған терминдердегі сараптамалық бағалауды, сандық параметрлерді және лингвистикалық сипаттамаларды пайдаланушыға автоматты түрде бере отырып, сейсмограммаларды цифрлық өңдеудің ұсынылған әдістері мен алгоритмдері және нысан параметрлері мен сипаттамаларының виртуалды

жиілігі параметрлері бойынша жер сілкіністерінің жедел хабаршыларын іздеу сейсмограмма сипаттамаларының ықшам және әмбебап құралдарын жобалаудың практикалық негізі болып табылады.

Әзірленген компьютерлік аспап жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестіруге мүмкіндік береді, тікелей ақпаратты жинау және сақтау орталығында немесе Алматы орталық сейсмикалық обсерваториясында болжау уақыты бойынша операторға ұсынымдар беруді қамтамасыз ете отырып, сейсмологиялық бақылау желісіне салынады, сондай-ақ жер сілкінісінің жедел хабаршыларының базасын толықтыруға ықпал етеді.

Жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеудің инфокоммуникациялық жүйесі ұсынылды, ол әзірленген компьютерлік аспапты және сейсмологиялық бақылаулар желісіне интеграцияланатын және ақпаратты үлкен қашықтыққа жоғары жылдамдықты беруді қамтамасыз ететін Wi-Fi радиомостары мен LTE технологиясы негізінде деректерді берудің сымсыз арналарын қамтиды.

Мемлекеттік бағдарламалармен байланыс.

Диссертациялық жұмыста ұсынылған ғылыми зерттеулер ҚР БҒМ гранттық қаржыландыру шеңберінде келесі тақырыптар бойынша жүргізілді: "Өлшеу, бақылау, диагностика, сынау және басқару есептерін шешу үшін ақпараттық сигналдар мен процестерді сәйкестендіру және қайта құру теориясы негізінде компьютерлік аспаптар мен бағдарламалық-аппараттық кешендерді әзірлеу" (мем.тіркеу№ 0196/ГФ) және "Мұнай-газ жабдықтарын диагностикалау және мониторингілеу жүйесін және зияткерлік компьютерлік аспаптарды әзірлеу" (мем. тіркеу№ 2605/ГФ4-15-ОД).

Қорғауға шығарылатын диссертацияның ережелері (ғылыми нәтижелері):

- сәйкестендіру сипаттамаларының виртуалды жиілігінің және форманың параметрлерін векторлық өлшеу негізінде сейсмограммаларды сандық өңдеуге келу;
- сейсмограмманың уақытша сипаттамаларын векторлық идентификациялық өлшеу негізінде жер сілкіністерінің жедел хабаршыларын іздеу әдістері және олардың өсуі және формалар мен виртуалды жиілік параметрлерінің шекті мәндерімен салыстыру;
- жер сілкінісінің жедел хабаршыларын кешенді іздеумен сейсмограммаларды сандық өңдеу әдістері мен алгоритмдері;
- жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеудің компьютерлік құралдарының құрылымы;

- жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестірудің компьютерлік аспабы және Wi-Fi радиомостары және LTE технологиясы негізінде ақпарат беру арналары бар сейсмологиялық бақылау желісінің құрылымы.

Жұмыстың апробациясы. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері

"Моделдеу және имитация бойынша қолданбалы математика, халықаралық конференция" (AMMS, Шанхай, Қытай, 2017) және "Компьютерлер мен ақпараттық технологиялар бойынша 11-ші Халықаралық конференция" (CSIT, Ереван, Армения, 2017); Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда "Техникалық ғылымдар: мәселелер мен шешімдер" (Интернаука, Мәскеу, Ресей, 2018), "Техникалық әлеуетті дамыту және оны арттыру бағыттары" (Стерлитамак, Ресей, 2019) және "Қозыбаев оқулары - 2018: Жаһандық сын-кәтерлер жағдайындағы дамудың жаңа мүмкіндіктері мен Еуразиялық әлеуеті" (Петропавл, Қазақстан, 2018).

Жарияланымдар. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері 21 ғылыми жұмыста, оның ішінде ҚР екі патентінде, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда 5 мақала, Clarivate Analytics және Scopus компаниясының Journal Citation Reports деректері бойынша нөлдік емес импакт факторы бар халықаралық ғылыми журналдарда 3 мақала, халықаралық ғылыми конференциялардың еңбектерінде көрсетілген 8 жұмыс, оның ішінде екі конференция - Clarivate Analytics компаниясының Journal Citation Reports және Scopus деректер базасында.

Автордың жеке қосқан үлесі.

Теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізгі нәтижелерін автор өз бетінше алды. Бірлескен авторлықта жазылған баспа жұмыстарында ізденушіге алынған нәтижелерді жинақтау және талдау кезінде жетекші рөл атқарады.

Диссертацияның құрылымы.

Диссертация кіріспе бөлімнен, төрт бөлімнен тұратын негізгі бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және үш қосымшадан тұрады. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 124 беттерінде жазылған, 51 сурет, 13 кесте және 124 библиографиялық дерекнамадан тұрады.

Диссертацияның бірінші бөлімінде сейсмологияда қолданылатын негізгі ұғымдар мен даму бағыттары берілген, ағымдағы жағдайды талдау нәтижелері, жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеудің алғышарттары берілген.

Диссертацияның екінші бөлімінде жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздеу әдістемесі сипатталған, сейсмограммалардың уақытша

сипаттамасын сипаттаудың математикалық моделі ұсынылған, жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестірудің біріктірілген әдістемесінің зияткерлік компьютерлік құралының құрылымы әзірленді.

Диссертацияның үшінші бөлімінде жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестірудің тәжірибелік зерттеулері ұсынылған, сәйкестендіру әдістері (S-әдіс және FRaSH-әдіс) негізінде компьютерлік аспаптың екі өлшеу арнасы әзірленді, жер сілкінісінің жедел хабаршыларын іздестірудің екі әдістемесі ұсынылды, ал олардың алгоритмдері блок-схемалар түрінде ұсынылған.

Диссертацияның төртінші бөлімінде қазіргі заманғы сымсыз инфокоммуникациялық технологияларды қолдана отырып, LTE және Wi-Fi радиомосталар технологиялары сияқты деректерді беру арналарын жаңғырту бойынша инженерлік-техникалық шешімдер әзірленді.