

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 133 – 137

S. Baydullaev

JSC “Kazgeology” national exploration company, Astana, Kazakhstan.

E-mail: s_baydullaev@mail.ru

**METHOD OF DETERMINATION OF ELECTROMAGNETIC
EARTHQUAKE PRECURSOR****Abstract.**

1. The proposed new system for monitoring of electromagnetic earthquakes precursors in special underground conditions has no analogues in seismology.

2. This paper offers organization of the underground monitoring in seismically active regions, fixing seismic, earthly electromagnetic, gravitational, hydrogeological and geothermal fields, which have earthquakes precursors, and also method of extraction of precursors from interfering waves.

3. Organization of earthquakes electromagnetic precursors monitoring does not require special large expenses; study of the obtained results will enable to drastically reduce the human and material losses in emergency situations.

4. According to the results of studying of materials of this method, it is possible to carry out works of seismic microdivision into districts during construction of settlements.

Keywords: earthquake forecast, seismology, precursor, bowels of the earth, geophysics.

УДК 550.37+550.38+550.388/: 550.343

С. Байдуллаев

«Қазақгеология» ұлттық геологиялық барлау компаниясы» АҚ, Астана, Қазақстан

**ЖЕР СІЛКІНІСІНІҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК
ХАБАРШЫСЫН ТАБУ ӘДІСІ****Аннотация.**

1. Ұсынылған жер сілкіністерінің электромагниттік хабаршысын табу әдісінің әлемдік тәжірибеде теңдесі жоқ;

2. Бұл еңбек жоғары сейсмикалық белсенді өңірлерде жер астында мониторинг жүргізуді, онда сейсмикалық өрістермен қатар, өз хабаршыларын ала келетін жердің меншікті электромагниттік, гравитациялық, гидрогеологиялық және жылулық өрістерін де тіркеуді, сондай-ақ, хабаршыларды бөгде толқындардан айыру әдісін де ұсынады.

3. Электромагниттік хабаршыларға күзетті ұйымдастыру – көп қаражат талап етпейді және одан алынатын материалдарды зерттеп-зерделеудің нәтижесі төтенше жағдайларда адам мен материалдық шығындардың күрт кемеіуіне септігін тигізеді.

4. Осы әдіспен алынған материалдарды зерделеудің нәтижелерімен елді мекендер құрылыстарында алдын-ала сейсмикалық микрорайондау жұмыстарын жүргізу мүмкін.

Түйін сөздер: жер сілкінісін болжау, сейсмология, алдын-ала хабаршы, жер қойнауы, геофизика.

Жер сілкінісі – жер қойнауындағы қозғалыс болып, литосферада эрқашан да жиналатын және өзгеріп тұратын жойқын күштің нәтижесі. Бұл күштің өзгеруі – Жер қойнауындағы барлық қабатқыртыстарда болатын күрделі физикалық, химиялық, термодинамикалық және басқа үрдістермен тікелей байланысты. Бақылаулар және зерттеулердің нәтижесінде Жер бетінде байқалатын үрдіс-

тердің көбі оның қойнауындағы (*қыртысындағы*) осы күштің өзгеруінің салдары. Оларға - жер сілкіністері, геофизикалық (*магниттік, электрлік, гравитациялық, жылулық және басқа*) өрістердің асыра ауытқулы түрдегі өзгерулері, жерасты суларының газохимиялық құрамының, мұнайдың дебитімен деңгейінің өзгерулері және жер қабаттарының иілуі мен деформациялары кіреді. Жер қыртысы мен мантиядағы осы күштің таралу заңдылықтарын зерттеу – Жер туралы ғылымның көптеген түбегейлі теориялық мәселелерін үйренуде, тау-кен және геологияның өте қажетті мәселелерін шешуде үлкен мәнге ие. Ең бастысы – болатын жер сілкінісінің орны мен уақытына қоса, оның күшін алдын-ала болжау үшін қажет. Тау жыныстары жинағындағы жер сілкінісіне дайындық процесстерімен байланысты осы кернеулер гравитациялық күштердің әсерінен келіп шығатыны белгілі. Серпімді кернеулер тау жыныстарында электромагнитті анизотропияларды жаратады. Тау жыныстарының магниттік, пьезомагниттік қасиеттері мен олардағы қалдық магнетизм осы серпімді кернеулердің әсерінде үлкен өзгерулерге кезігеді. Бұл ауытқулар жер бетінде байқалмауы мүмкін емес. Байқалған осы ауытқуларды жер сілкінісінің алдын-ала электромагниттік хабаршылары жаратады.

Бүгінгі күнде жер сілкінісінің электромагниттік хабаршыларына баса көңіл аудару қажет, және ол айрықша мәнге ие. Оған себеп – электромагниттік хабаршыларды *қысқа мерзімді хабаршылар* түріне жатқызуға болады. Электромагниттік хабаршылар деп – ауаның жарықтану құбылыстарын және атмосфералық электрлік кернеудің, геомагниттік өрістің, жер тоқтарының, электромагнит импульстарының ауытқуларын айтуға болады. Ауытқулар немесе толқымалар – ТЭМӨ-тің электромагнит толқын сияқты уақыт өтуіне сәйкес *тәртіпсіз* өзгеруі.

Жерасты магистрал қабаттары тұтастығының үзілуімен сыну үрдістерінде электромагнит толқындар (ЭМТ)-дың пайда болуы (*Жер сілкінісі алдынан да*) туралы әңгіме міне 100 жылдан бері айтылуда. Жер сілкіністерімен байланысты электртеллурлық өрістердің ауытқулары Азия, Кавказ, Қиыр Шығыс, Жапония, АҚШ пен Қытайда байқалған. Бұл байланыстарды Г. А. Соболевте (1975 ж.) Камчаткада зерделеп-зерттеген.

Осындай құбылыс автор тарабынан, Орталық Азияда алғаш рет 1985 жылдың күзінде, Орталық Қызылқұмда (*Мұрынтау алтын кенінің төңерегінде*) электромагниттық вариациялық станциямен жазып алынған. Бұл туралы хабар дер кезінде Ғылыми Академиядағы тиісті ғылыми есептерде көрсетілген.

Мұнда байқалған құбылыс ЭМТ емес, электр импульсы салдары еді деу орынды болады. Сол себепті, жалпы мұндай құбылысты **сейсмоэлектр импульсы (СЭИ)** деп атаған жөн. Әрине, мұндай импульстар өздері пайда болған орнындарында орасан қуатқа ие болады. Бірақ олар біздің мақат үшін жеткілікті және қажетті дәрежеде ЭМТ-дарына (*немесе – сейсмоэлектр толқындарына*) айналып үлгермей-ақ, тез сөніп қалады. Сонда да оларды жер сілкінісінің хабаршысы ретінде зерттеу әлдеқайда маңызды. Сейсмоэлектр толқымалардың пайда болу механизмі жаңадан, енді ғана, үйреніліп келе жатқан құбылыстар. Бұл сейсмоэлектр толқымалар тек Жер сілкінісімен ғана пайда болады.

Осы орында Мұрынтаудағы оқиға туралы аздап тоқталу қажет. Мұрынтаудағы осы жер тоқтары мінезінің бірден ауытқулы түрде күрт өзгеруіне одан 5–6 сағаттан кейін Зарафшан қаласының төңерегінде болған Рихтер шкаласы бойынша 4 балды жер сілкінісіне дайындық процесстері себепші болған. Жоғарыда айтылған магнитэлектрлік ауытқулар станциясы (МЭВС-5) арқылы жер тоқтары ауытқуларының асыра ауытқулары жазып алынған орын – жер сілкінісінің эпицентріндегі радиусы 30 километрлік шеңбердің ішінде болған. Бұл электромагнит толқымалардың ауытқулары жер сілкінісінің идеал түрдегі қысқа мерзімді (*5–6 сағат алдыңғы*) хабаршылары еді.

Мұндай аса ұтымды хабаршыларды тіркеуге оларға тұрақты күзетті арнайы жағдайларда ұйымдастыру арқылы қол жеткізу мүмкін. Бұл мақаланың негізгі мақсаты да осы мәселені айқындау. Сол үшін қажетті жағдайды біздің регионда, атап айтқанда – Қазақстанның сейсмоселсенді өңірлерінде, әсіресе – оның орталығы Алматы, Тараз және Шымкент қалаларының төнеректерінде жаратып, хабаршыларды табуда ұтымды пайдалануымыз қажет.

Мұндағы қолданылатын әдісте айнымалы электромагнит ауытқу (*ТЭМА*)лардың қабылдап-өлшеп-жазып алынатын параметрлері – сол ТЭМА-дың құрамдастары болатын айнымалы электр (*E*) және магнит (*H*) өрістерінің амплитудасы мен фазалары.

Осы параметрлерге арнайы жағдайдағы күзеттің өзіндік шарттары бар. Ол төмендегідей.

Жер бетінде тіркелетін табиғи электромагнит ауытқуларының негізгі бір бөлігі алдымен ғарышта (*ионосферада*) «Күн самалдары» мен «Магнит борандары»ның нәтижесінде қалыптасып, сосын жер бетіне түседі. Бұл ауытқулардан басқа, жердің ішінде өзінің меншікті электр тоқтары да бар. Бұл тоқтарды геофизикада *теллур тоқтары* деп атайды. Теллур тоқтары да өзіндік аутқуларға ие. Келіп шығу тегі екі бөлек болған бұл аутқулар жер бетінде өзара қосылып кетеді. Бүгінге дейін жер бетінде жазылып жүрілген электромагнит өріс аутқулары осы екі түрлі генезиске ие болған аутқулардың қосындысы. Егер біздер осы қосынды аутқудан ғарыштық аутқуларды бөліп алып тастасақ, бұл жағдайда, қалатын жердің меншікті тоқтарының аутқуларының құрамында жер сілкіністерінің алдын-ала хабаршыларын сенімді түрде күтуге болады. Осы геофизикалық «ота» (*операция*) үшін қажетті және жеткілікті физикалық негіздер: ғарыштан түсетін әрқандай табиғи электромагнит өріс толқындары (*оларға қоса – ауытқулар да*) жер бетіне түсуімен-ақ, Джаул жылулығына айналады, яғни қарапайым тілмен айтқанда – жердің беткей қабаттарын жылытуға жұмсалады. Осы себепті, геофизиканың электрбарлау әдісінде айтылып жүрген «скин-эффект»тің байқалуы, яғни ғарыштан түсетін табиғи электромагнит өріс толқындары өз ұзындықтарына сәйкес жер қойнауына өріс түрінде өзгермей сіңіп кетуі, мүмкін емес. Оған мынадай себептер бар.

Біріншіден, ғарыштан келетін электромагнит аутқулардың ионосферада қалыптасатын тұрақты өз орындары бар, яғни олар әрқашан жердің тек Күн тарабында ғана оған (*Күнге*) қатысты қозғалмас бір орында болады. Ал, Жер бетіндегі біздер зерттейтін нүктелер (*сейсмикалық күзет орындары*), ионосферадағы аутқулардың шығатын орнына қатысты, Жердің өз оғы (өсі) төңерегінде айналуы себепті, өзара қозғалыста болады. Дәуір ұзындығы бірнеше секундтардан бірнеше сағаттарға дейінгі бізге қажетті аутқулардың мұндай өзгерістеріне Лаплас келістірулерін ешқашан да қолдану мүмкін емес. Сол үшін, ионосферада қалыптасатын аутқулар мен псевдо «толқындар» жер қойнауына ешқашан да сіңіп кете алмайды. Сол себепті, олар жер қойнауында индукция тоқтарын да жарата алмайды.

Екіншіден, «скин-эффект» тек толқындарға ғана тиісті құбылыс. Оны ауытқуларға қолдану – теориялық тұрғыдан мүлдем нәтиже бермейді. Ғарыштан келетін бұл электромагниттік өрістердің ауытқулары жерде тіркелетін оның меншікті тоқтарының ауытқуларын зерттеуде тек бөгде болады.

Үшіншіден, «скин-эффект» арқылы өрістердің өріс түрінде денелердің бойына, өз толқын ұзындықтарына сай, сіңіп кету құбылысы осы күнге дейін ғылыми электродинамиканың қолданбалы тәжірибелерінде нақты дәлелденген емес.

Осы айтылған дәлелдерді ескере тұра, жоғарыда айтылған «ота»ны жасау үшін төмендегілерді батыл орындауды ұсынамыз.

Жердің меншікті тоқтарының ауытқулары ішінен ғарыштық бөгде аутқуларды айырып алып тастау үшін, меншікті тоқтарға күзетті арнайы жерүсті (H_o – *электромагнит ауытқуларын тіркеу тереңдігі нөлге тең, немесе, тіркеу жер бетінде жүргізіледі*) және жерасты (H_n – *электромагнит ауытқуларын тіркеу n-ші метр тереңдікте жүргізіледі*) жағдайында бір уақытта жүргізу қажет. Осындай жағдайда тіркеулер жүргізу – жер бетінде тіркелген электромагниттік қосынды өріске жоғарыда айтылған отаны жасау үшін қажетті аутқуларды алумен парапар. Бұған қажетті ғылыми негіздеме ретінде ғарыштық ауытқулардың Жер бетінде тек Джаул жылулықтарына айналып кетуін жоғарыда айттық. Біз «ота» жасауға негіз үшін осы қолайлы физикалық құбылысты пайдалануды ұсынамыз. Осы орында қазірше бұдан да ұтымды әдіс жоқ. Ота, математикадағы белгілі, бірнеше толқындарды қосу немесе айыру Фурье әдісі мен жасалады.

Өрістерді жер астында таза күйде тіркеу үшін қажетті скин-тереңдік (H_c) тәжірибе жолымен табылады. Мұнда, мәліметтердің сапа дәрежесін анықтауда, белгілі $H_n \geq H_c$ шартын және «бөгде/сигнал» қатнасы принципін қолдану қажет. Айтылған осы қатынастың мөлшері тереңдіктің артуы барысында нөлге ұмтылуы тиіс. Теориялық идеал жағдай үшін, әрине, мүмкіндігінше үлкен тереңдік (H_{c+n}) қажет болады. Дегенмен, амалда, шахталар мен ұңғымаларда тәжірибелер жасап, жерасты сейсмокүзет үшін *қажетті және жеткілікті* тереңдік табылады.

Сейсмокүзеттің негізгі этапы – ғарыштан (*ионосферадан*) келіп, Жер бетіне түскен табиғи электромагнит өрістің (*ТЭМӨ*) төмен қарай Жер астындағы қабаттарға сіңіп-өтуін **табиғи моделдеу** жолымен тексеру, яғни ТЭМӨ-ін Жер бетінен бастап оның астындағы бірнеше қабаттарында арнайы қабылдағыш қондырғылар (*датчиктер*) орнатып, бір уақыттың өзінде (*синхронды*) электронды түрде тіркеуді жолға қойу, ол жердегі бар болған айнымалы ТЭМӨ-терін тұрақты түрде

арнайы станцияға жазып бару. Осы жолмен ТЭМӨ-тің жер астындағы қабаттарға сіңіп өтуін мүккіят тексеру. Бұл әдісте айнымалы электромагнит толқу (ТЭМТ) лардың қабылдап-өлшеп-жазып алынатын параметрлері – сол ТЭМТ-дың құрамдастары болатын айнымалы электр (E) және магнит (H) өрістерінің амплитудасы мен фазалары.

Сейсмоқұзеттің екінші қосымша этапы: жасанды электромагнит өрісін (ЖЭМӨ) қолдан жасу мүмкіншілігі болған жағдайда, оны қалаған қуаттылықта, яғни ТЭМӨ-дей немесе одан да талай есе қуатты етіп, индуктивті (Жерге жалғанбаған шеңбер не төртбұрыш, және басқа формаларда) әдіспен жасап, ол арқылы пайда болатын ЭМӨ-тің характеристикасын идеал түрде басқарылатындай етіп, табиғи модель ретінде жоспарланған Жер қойнауына бағыттау, оның күтілген скин-тереңдіктеріне сіңіп өтуін сол жоғарыда айтылған арнайы станциядағы қондырғылармен (датчиктермен) қабылдап-жазып бару арқылы зерттеу. Мұнда жер бетіне төселген «айнала шеңбер»-ден айнымалы электр тоғын өткізуде пайда болатын айнымалы ЭМӨ-ін жоспардағы тереңдіктерде тексеріп-жазып бару – тексерудің кезектегі кезеңі.

Егер айнымалы ТЭМӨ тек Жердің қойнауынан ғана төменнен жоғарыға қарай оның бетіне шығып жатқан болғанда, бұл мәселені интерпритациялау оңай болушы еді. Ондай жердің іштен шығатын айнымалы ТЭМӨ табиғатта жоқ. Себебі – Жердің меншікті магнит өрісін Жердің өзі (негізінен – оның ядросы) біртұтас үлкен магнит (диполь) сияқты қалыптастырады. Станцияның Жердің бетінде жайғасқан қабылдаушы қондырғыларында негізінен тек ғарыштан түсетін айнымалы ТЭМӨ ғана тіркеледі. Оның себебі – егер жер қойнауынан шығатын мұндай айнымалы және салыстырмалы түрде әрқашан тұрақты тіркелетін ТЭМӨ бар болған жағдайда, ол қуаттылығы жағынан ғарыштан түсетін сыртқы ТЭМӨ-тен көп есе кем қуатты болушы еді. Ал енді, осы сырттан түсетін өріс те, ол салыстырмалы түрде қаншама қуатты болса да, жерге түсуімен ақ, Жер қойнауына терең ену түгіл, оның бетінде таралып, жоқ болып кетеді. Мұнан қорытынды – осы ғарыштан түсіп жатқан ТЭМӨ-тердің өзі де Жер қойнауларына сіңіп кететіндей қуатқа ие емес және ондай болуы теориялық және тәжірибелік тұрғыдан мүмкін де емес. ТЭМТ қарапайым физиканың заңдары бойынша, тек Джоул жылулығына айналып (жұтылып), Жердің бетін қыздыруға ғана қызмет жасап жүр.

Айтылған үрдістердегі бұл өрістер, жер сілкіністерінде пайда болатын, сонғы кездерде **сейсмомагнит толқындар (СМТ)** деп көп айтылып жүрген құбылыстың келіп шығу механизмдерін үйренуде, – демек, – жер сілкінісінің хабаршысы болатын құбылысты зерттеуде де, өте маңызды болады.

Бұл бағыттағы ғылыми зерттеулер толақанды болуы үшін, табиғи электромагнит өрістерінің Жер қыртыстары тарабынан жұтылуын зерттеулерде осы өріс құрамдастарының өзара фазалық кідірулерін үйрену – бірінші кезектегі мәселе және ол толалығынша тіркеп-зерттеуді талап етеді. Яғни, өрістің электр құрамдасына қоса, оның магниттік сыңарын да жоғарыда айтылған арнайы жағдайларда синхронды және үздіксіз түрде бірнеше деңгейлерде тіркеп бару қажет.

Жер бетінде және шахта немесе ұңғымаларда қолдануға мүмкіндік беретін, сол үшін қажетті және жеткілікті аппаратура мен жабдықтар бүгінгі күнде бар. Ресейде жасалған СМТ-120 станциясын, немістердің Metronix, немесе Канаданың «Феникс» фирмасының станцияларын осы мақсатқа бейімдеуге болады.

Бүгінгі күнде ұңғымалардағы зерттеулер үшін жаратылған толқымалық магнитометрлер (сол есептен, СМТ-120 және басқаларыда) мен алынатын жердің меншікті магнит өрісі құрамдастарының векторлық азимут бағыттарын білу, немесе, есептеп табу бағытында шешілмеген мәселелер баршылық. Бұл мәселелер өрістің тек магниттік сыңарына ғана тиісті. Ал, электрлік сыңарын түрлі тереңдіктерде тіркеу мен олардың азимуттық бағыттарын белгілеу мүмкіншілігі әрқашан да болған. Бірақ та, мұндай фундаменталды ғылыми зерттеулерді осы күнге дейін үнемді және өз орнында пайдалану былай тұрсын, оларды ешкім ойлаған да, өмірде бір рет болса да жүргізген де емес.

Айтылған осы ғылыми-техникалық мәселелерді шеше тұра, жердің меншікті электромагнит өрісі ауытқуларын таза түрде біз ұсынған әдіс пен тіркеу мүмкіншілігін алсақ, олардың ішінен жер сілкіністерінің алдын-ала хабаршыларын алып отыру мүмкін болады. Тек меншікті өрістің айырықша ауытқулары ғана жер сілкіністерінің алдын ала хабаршылары бола алады. Ал, ғарыштық бөгде ауытқулардан тазаланған Жердің меншікті электромагнит ауытқуларын тек жерасты күзетінде ғана алу мүмкін.

Сілкініс хабаршыларын, жердің түрлі тереңдік деңгейлерінде үздіксіз бақылау және тіркеу үрдісі барысында, оларды алып келетін аралас толқындардан айырып табудың сейсмология әлемінде осы күнге дейін теңдесі жоқ.

Айтылған жерасты күзетін жүргізу үшін таңдалған сейсмополигонда үш немесе төрт терең ұңғымалар алынады. Олардың орналасу сызбаларын, жоспарға сай, өзара перпендикуляр түрде таңдалады. Ұңғымалар қаншама терең болса, жұмыстың оң шешімін табу мүмкіншілігі соншама жоғары болады. Ұңғымалардың өзара ара қашықтығы мен таңдалған сайман-жабдықтардың мүмкіншілігі сәйкес болуы тиіс. Бұл әдетте бірнеше жүз метрден аспайды. Полигон орнына қойылатын және бір айырықша талап – ондағы жер қойнауының геологиялық құрамы арнайы талапқа сай болуы қажет. Бұл дегені – полигон таңдау үшін алдын-ала рекогносцировкалық жұмыс жүргізілуі талап етіледі.

Сейсмологиялық зерттеулерді қаржыландыру қоры негізінен мемлекеттік бюджет болып табылады. Дегенмен, осы зерттеулерде тұрақты түрде оң нәтижелерге ие болсақ, бүкіл әлем бойынша осындай зерттеулерге тапсырыстардың көбеюі анық.

С. Байдуллаев

АО «Национальная геологоразведочная компания «Казгеология», Астана, Казахстан

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРЕДВЕСТНИКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Аннотация:

1. Предложенный метод определения электромагнитных предвестников землетрясений в мировой практике аналога не имеет.

2. Настоящая работа предлагает в сейсмически активных регионах организацию подземных мониторингов, наряду с сейсмическим полем, собственных земных электромагнитных, гравитационных, гидрогеологических и геотермических полей, несущие с собой своих предвестников землетрясений, а также способ извлечения предвестников от помеховых волн.

3. Организация мониторинга электромагнитных предвестников землетрясений не требует особых затрат, а также изучение получаемых от этого результатов при чрезвычайных ситуациях дает возможность резко уменьшить людских и материальных потерь.

4. При строительстве населенных пунктов, по результатам изучения материалов данного метода можно провести работы сейсмического микрорайонирования.

Ключевые слова: прогноз землетрясений, сейсмология, предвестник, земная недра, геофизика.