УДК 550.341.5

Бегалиев Д.К.

К.Тыныстанов атындагы ЫМУ

ЖЕР ТИТИРӨӨ БОЛОР АЛДЫНДАГЫ АТМОСФЕРАЛЫК ЭЛЕКТРДИК ТАЛААНЫН ЧЫҢАЛЫШЫНЫН ЖАНА ЖЕРДИН ЭЛЕКТРОМАГНИТТИК ТАЛААСЫНЫН ТАБИГЫЙ ИМПУЛЬСТАРЫНЫН ӨЗГӨРҮШҮ

Макалада сейсмикалык кубулуштарды прогноздоодогу атмосфералык электрдик талаанын чыңалышынын жана Жердин электромагниттик талаасынын табигый импульстарынын өзгөрүшү тууралуу жазылат. Жер титирөөнүн жер кыртышындагы жараңкалар менен болгон байланыштарын изилдөөдө тиешелүү мисалдар келтирилген.

Сейсмикалык толкундар тарабынан келип чыгуучу жер кыртышынын термелүү кубулушун жер титирөө деп айтабыз. Ушундан улам жер титирөөнүн очогу (коломтосу) катары тектоникалык чыңалуунун жердин тереңинде пайда болуусун эсептөөгө болот.

Азыркы кездеги сейсмология илиминин жетишкендиктери жер титирөө кокусунан эмес, бир топ убакыт бою даярдала тургандыгын түшүндүрө алды. Мунун далили катары бүгүнкү күнгө чейин белгилүү болгон жер титирөөнүн белги берүүчүлөрү (предвестник) боло алышат. Жер титирөөнүн белги берүүчүлөрү жер титирөөнүн жүрүшү, даярдалуу процессин түшүндүрүүдө абдан чоң роль ойнойт жана прогноз берүүдө реалдуу негиз боло алат.

Көптөгөн жылдардан бери окумуштуулар жер титирөөнүн ишенимдүү белги берүүчүлөрүн изилдөөнүн үстүндө активдүү иш аракеттерди жүргүзүп келишүүдө. Жер титирөөнүн пайда болушунда жер титирөөнүн электромагниттик кубулуштар менен болгон байланыштарынын бар экендиги жана алардын кескин (аномалиялык) түрдө өзгөрүүлөрү геофизиктер үчүн жаңылык эмес. Жүздөгөн жылдар мурун эле Гумбольт, Ламон, Фуке, Маскар жана башкалар изилдеп, бул кубулуштар жөнүндө жана алардын ар түрдүү касиеттерин айтып келишкен.

Жер титирөөнүн болор алдындагы же, башкача айтканда, анын алдын-ала даярдануусундагы белгилерин изилдөө максатында сейсмикалык, деформациялык жана электромагниттик аномалиялык өзгөчөлүктөрүн окуп-үйрөнүү бүгүнкү күндүн бирден-бир орчундуу талаптары болуп саналат [1].

Изилдөө объектилеринин бири болуп жер кыртышы - литосфера жана аны курчап турган катмарлары (атмосфера, ионосфера), ошондой эле электромагниттик жана акустикалык процесстер каралат.

Азыркы учурда сейсмологдор боло турган жер титирөөнүн ордун жана күчүн сейсмикалык райондоштуруу аркылуу аныктоого жетишишкен. Ал эми жер титирөөнүн так убактысын аныктоо үчүн азырынча илимий негиз жок. Бизге белгилүү болгон жер титирөөнүн белги бергичтери булар: гидрогеодинамикалык, гидрогеохимиялык, биологиялык жана ошондой эле биз кеңири сөз кыла турган электромагниттик.

Көп сандаган байкоо жүргүзүүлөргө караганда, жер титирөө болор алдында атмосферадагы жарык кубулуштарынын, ошондой эле геомагниттик талаанын чыңалышынын өзгөрүүлөрү жөнүндөгү теориялар кеңири айтылган. Мисалга алсак, 1987 жылы Лигурий, Франциянын Перпиньян станциясындагы, Мадриддеги жана Миландагы жер титирөөлөрдө, жер титирөөнүн биринчи эле силкинүүсүндө геомагниттик талаанын чыңалышында чоң өзгөрүүлөр байкалган [2].

Ушул сыяктуу эле XX кылымдын башында Европа жана Япония өлкөлөрүндө дагы жер титирөөнүн алдында геомагниттик талаанын чыңалышынын өзгөрүүлөрүн далилдеп чыгышкан. Ошондой эле тоо кендеринин деформациялануу моментиндеги магниттик

касиеттеринин өзгөрүшүн аныкташкан. Натыйжада, геомагниттик талаанын чыңалышынын өзгөрүүлөрү жердин тектоникалык абалдары менен тыгыз байланыштуу болгондугу бирден-бир негиз болуп калган.

1924-жылы Е.А.Чернявский сейсмоактивдүү райондордогу атмосферанын электрдик касиеттерине изилдөө жүргүзгөн. Ал Жалал-Абад жер титирөөсү болор алдында 2 саат мурда атмосфералык электрдик потенциалынын аномалиялык өзгөрүүсүн аныктап чыккан.

А.А.Воробьев лабораториялык изилдөөлөрдүн негизинде алынган жыйынтыктарды колдонуп, жер титирөө алдында жер кыртышындагы сейсмотектоникалык электрлешүү процесстери жүрөрүн айтып өткөн.

Ал жер титирөө механоэлектрдик процесстердин негизинде жер кыртышынын гиганттык чөйрөлөрдү камтыган бөлүктөрүндө бир канча аралыктарга чейин созулган зор өлчөмдөрдөгү электрдик заряддардын топтолорун жана алардын чоң чыңалууларга ээ болорун далилдеген [3].

Литосферада жогорку электрдик талаанын пайда болушу менен ушул талаадагы электрдик заряддардын электромагниттик нурдануусунун импульстарынын негизинде Жердин электромагниттик талаасынын табигый импульстарынын (ЖЭМТТИ) өзгөрүүсүнө алып келет. Жер титирөө учурунда жер кыртышындагы электромагниттик талаанын таралуу амплитудасынын кескин түрдө чоңоюшуна, ошондой эле өзүнүн мезгилдүүлүгүнүн өзгөрүшүнө жана баштапкы фазаларынын бузулууларына алып келерин айгинелейт [4].

ЖЭМТТИ ионосферада плазмалык процесстер менен, ал эми, атмосферада чагылгандын разряддары аркылуу берилери же таралуусу аныкталган [2]. Электрдик кубулуштар атмосферадагы Күндүн нурдануу энергиясынын электрдик энергияга айлануусу жана алардын жер бетине таралышы менен мүнөздөлөт [5]. Ошондуктан Жердин табигый электромагниттик талаасынын нурдануусунун чыңалышы сутканын ичиндеги түн менен күндүн алмашуусундагы Күндүн мезгилдүүлүгүн аныктоого, башкача айтканда, Жердин электромагниттик талаасынын чыңалышы сутканын кайсыл мезгилинде интенсивдүү болорун изилдөөгө шарт түзүлөт [6].

Жогоруда айтылган изилдөөлөрдүн негизине таянып, К.Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинде Түндүк Тянь-Шань тоо кыркаларындагы жана Ысык-Көл ойдуңундагы алсыз жана күчтүү жер титирөөлөрдүн белги бергичтеринин касиеттерин изилдөө максатында 2006-2010-жылдардын аралыгында «Ысык-Көл ойдуңундагы сейсмикалык кубулуштарды прогноздоонун электромагниттик методун иштеп чыгуу» жана «Сейсмикалык активдүүлүккө байланышкан мониторинг үчүн Европанын жана Ыраакы Чыгыштын тармактык станцияларынын бир бөлүгү болгон Кыргызстандагы ӨТЖ/ТЖ байкоолорду уюштуруу» деген мамлекеттик каржылоо темалары аткарылды.

Бул темаларды ишке ашыруу үчүн К.Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинин ТСО бөлүмүндө Томск политехникалык институтунан даярдалган ЖЭМТТИни каттоо үчүн АИП-4 статистикалык анализатору (1-сүрөт) жана атмосфералык электрдик потенциалдын чыңалышын өлчөөчү «Вибрациялык флюксметр» же, башкача айтканда, АЭП деп аталган экинчи прибор орнотулган (2-сүрөт).

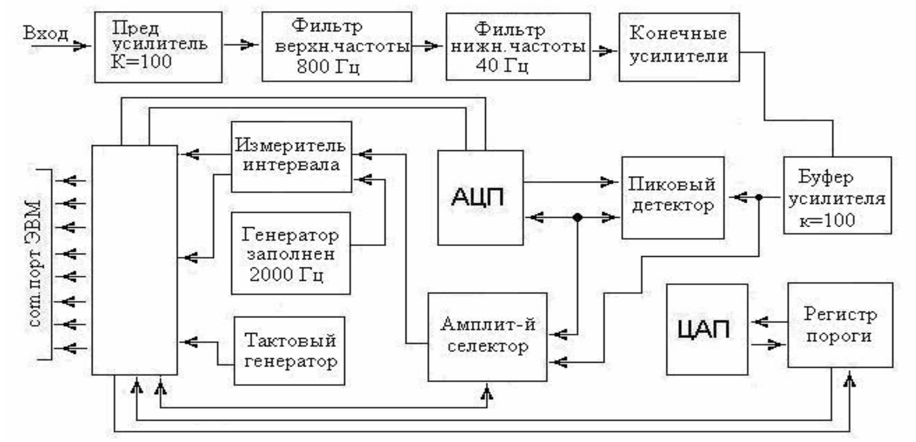

Рис.1. Блок схема прибора АИП-4

. Бул приборлордун жардамы менен биз 2006-жылдын март айынан тартып азыркы күнгө чейин суткалык, айлык, кварталдык жана жылдык өлчөөлөрдү ишке ашырып, тиешелүү сейсмикалык закон ченемдүүлүктөрдү чыгарып, изилдөө жүргүзүүдөбүз. Приборлор иштеп жатканда электр энергиясынан үзгүлтүктөргө учурабаш үчүн автономдуу ток булагына параллель туташтырылган. Тактап айтканда, электр энергиясы үзгүлтүккө учураган моментте аккумулятор батареясынын булагы (блок питания) аркылуу автоматтык түрдө иштей баштайт.

АИП-4 анализатору менен буга чейин 1992-1998 жылдары эле ЭЭМге жүктөлгөн «EDIP» программасы аркылуу жалпы физика кафедрасынын доценти, маркум Т.Көчөрбаевдин жетекчилиги астында көптөгөн илимий иштер жасалып, ондогон дипломдук иштер корголгон.

Аларга эксперименттик негиз катары Ысык-Көл ойдуңуна тиешелүү болгон 1993-ж. 16-июлундагы Эңилчек, 1995 ж. 3-ноябрында Соң-Көл, 1995-ж. 21-ноябрында Ичке-Жергез, 1998-ж. 26-апрелиндеги Талды-Суу, 1998-ж. 1-майда Тамга жана Кажы-Сай жер титирөөлөрүн камтый кетсек болот.

Ошол учурдун талабына жооп берип турган «EDIP» программасы эскирип, иштен чыгып калгандыгына байланыштуу, биз Москвадан жаңы «Advanced Serial Port Monitor» программасын сатып алып, АИП-4 анализаторун ЭЭМ менен бирдикте асинхрондук түзүлүш катарында ишке киргиздик. Ал феррит антеннасы аркылуу кабыл алынган импульстук сигналдардын убакыт абалдарын, алардын таралуусунун эң чоң амплитудасын, сигналдардын узактыгын, алардын берилген амплитудасынын чектүү маанисинен жогорулашын көрсөтөт. Ошол сигналдарды ЭЭМдин сырткы 232.24 интерфейсине сандык сигналдарга айландырып берүүсү менен мүнөздөлөт. Анализаторго кирген ЖЭМТТИнын орточо саны 1-50 кГц жыштыктагы сигналдарды камтыйт.

Мындан сырткары, вибрациялык флюксметр болсо атмосфералык электрдик талаанын чыңалышын өлчөйт. Ал дагы ЭЭМге туташтырылып, келип түшкөн сигналдар сандык сигнал түрүндө экрандын дисплейинде көрсөтүлөт. Флюксметр атмосфералык электрдик талаанын чыңалышынын оң гана маанилери эмес, терс маанилерин дагы камтыйт. Анын иштөө принцибинде негизги курамынын бири болуп модулдоочу электрод саналат. Сигналдардын бардыгы модулдоочу электродго келип, алардын термелүү амплитудаларынын өзгөрүүлөрү менен кабыл алынат. Анын аягына металлдык ферромагниттик кыл (струна) бекитилген. Кыймылсыз изоляцияланган өлчөөчү электрод жана системадагы электромагниттер менен модулдоочу электроддун электрдик талаасынын термелүүсүн күчөтүүчү «ток-чыңалуу» киришинин өзгөртүп түзүүчүсүнө жана изоляторго туташтырылган. Изолятор сырткы талаанын таасиринен сактоо максатында ички системалардын иштөө мүмкүнчүлүктөрүн жөнгө салат. Жумушчу жыштыктагы сигналдарды күчөтүү үчүн өлчөнүүчү өзгөрмөлүү чыңалуу күчөткүчтүн өзгөрмөлүү чыңалуусуна келип кошулат. Күчөтүлгөн чыңалуу синхрондук детекторго келип түшөт дагы, талаанын белгилерин аныктоо кызматын аткарат. Эң негизгиси, жер

титирөө алдындагы өлчөөчү электродго келип түшкөн заряддардын көптүгүнүн негизинде атмосферадагы электрдик потенциалдын чыңалышынын өзгөрүшү аркылуу закон ченемдүүлүктөрдү чыгарууга мүмкүндүк түзүлдү. Жогоруда көрсөтүлгөн приборлор менен 2006-жылдан 2011-жылга чейин эпицентрине чейинки аралыгы r=50-910 километрди камтыган энергетикалык классы К=7÷10, баллы J=1÷3 болгон миңден ашуун алсыз, ошондой эле энергетикалык классы К=10÷13, баллы J=3÷6 болгон ондон ашуун күчтүү жер титирөөлөрдү каттадык. Ар бир катталган жер титирөөлөргө анализ жүргүзүүдө ар бир жер титирөөнүн эпицентринин координаттары алардын жер кыртышынын жараңкаларына жакын жана жараңкаларды бойлото жайланышкандарынын табигый электромагниттик импульстарынын интенсивдүүлүктөрү жогору болору аныкталды. Жер титирөө болор алдында 2-4 сутка мурда ЖЭМТТИнин интенсивдүүлүгү 1,5-2 эсеге чейин төмөндөп, качан гана жер титирөө болгон мезгилде кескин түрдө жогорулашы күтүлгөн. Мындай жыйынтыктарды биз АИП-4 жана АЭПтен алынган маалыматтарды анализ жүргүзүүнүн негизинде байкадык. Ар бир катталган жер титирөө Каракол сейсмикалык станциясынын каттоолорунун жыйынтыктары менен салыштырылып, комплекстүү анализдер жүргүзүлдү. Ушундай анализдерден улам ар бир болуп өткөн жер титирөөлөр жер кыртышындагы жараңкалардын тыгыз байланыштары менен болгон далилдөөлөргө толук кошулууга шарт түзүлдү

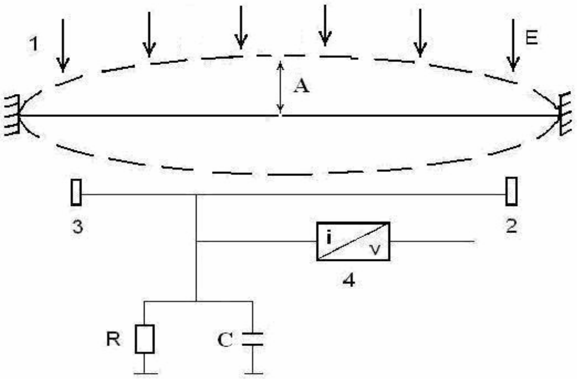

Рис.5. Структрная схема измерителя АЭП
1-модулирующий электрод
2-измерительный электрод
3-изолятор
4-преобразователь
R-активная часть входного импеданса
С-емкостная часть входного импеданса
А-амплитуда колебания модулирующего электрода
Е-изменяемая напряженность электрического поля

Жер титирөө кубулушунун өзү эле жер кыртышындагы жараңкалар боюнча сейсмикалык толкундардын таралуусу жана ошол жараңкалардагы чоң өлчөмдөгү заряддардын топтолуусунун негизинде тектоникалык чыңалуунун пайда болушу менен мүнөздөлөрү белгилүү. Ушул электромагниттик закон ченемдүүлүктөрдүн сейсмикалык кубулуштар менен байланыштарын окуп үйрөнүүдө жердин геологиялык түзүлүштөрү түздөн-түз чоң мааниге ээ экендигин айгинелейт.

Кыргызстанда жыл сайын бардыгы болуп 3 миңге жакын алсыз жер титирөөлөр катталат. Ошолордун ичинен 60 ка жакыны жер астындагы күчтүү силкинүүлөргө кирет. Биздин мамлекет Жер шарынын бирден-бир жогорку сейсмикалык аймагында орун алган жана жаңы өсүп келе жаткан тоо кыркалары менен чектешкен. Сейсмоактивдүү тоолордун катарына кирген Күнгөй жана Тескей Ала-Тоо тоо кыркалары менен бирдикте сейсмикалык толкундардын таралуусуна чоң мүмкүнчүлүктөр түзүлгөн жер кыртышынын көптөгөн жараңкалары жайланышкан.

Биздин приборлордон алынган маалыматтардын жыйынтыктарынын негизине таянып, Чүй жана Ысык-Көл аймактарындагы жараңкаларга тиешелүү болгон жана мурда болуп өткөн эски жер титирөөлөр менен байланышкан өзгөчөлүктөрү бар экендиги далилденип, статистикалык маалыматтар менен салыштырылды. М.: Ысык-Ата жараңкасы менен таралган сейсмотектоникалык импульстар, жараңканын батыш тарабындагы топтолуулары 1885-жылы Беловодскидеги болгон жер титирөө менен тыгыз байланышкан. Ошондой эле Шамси-Түндүк жана Чоңкурчак жараңкаларындагы сейсмикалык толкундардын таралуусу, ошондой эле сейсмотектоникалык чыңалуулары 1475-жылкы Баласагын жер титирөөсү менен болгон байланышы далилденген [8].

Карабалта шаарынын түндүк тарабындагы Чоңкурчак жараңкасы менен байланышы бар дагы бир жер титирөө бул – 1865-жылы болгон Меркен жер титирөөсү. Афганистан жана Кытай менен чектешкен аймактарда Какшаалтоо жана Гиндукуш тоо кыркаларына жакындашкан тереңдиги 20-40 км ден 60 км ге чейин жеткен Түндүк Тянь-Шань жараңкалары боюнча 9-11 баллдык Верный (1888-ж.), Кемин (1911-ж.), Кемин-Чүй (1938-ж.), Транс-Ысык-Көл, Талды-Суу жана Түндүк-Ак-Суу жараңкалары боюнча Сары-Камыш (1970-ж.), Жылаңач-Түп (1978-ж.) деген эң күчтүү жана кыйраткыч жер титирөөлөрдү айтпай кетүүгө болбойт.

Ушундай статистикалык, эксперименталдык изилдөөлөрдүн жана ага карата жүргүзүлгөн анализдердин негизинде жер титирөө болор алдындагы ЖЭМТТИнин өзгөрүшү бирден бир ишенимдүү белги берүүчүлөр болуп саналаары далилденип, төмөндөгүдөй жыйынтыктар менен коштолду:

1. Энергетикалык классы К=9 болгон эпицентрдик аралыгы өтө чоң эмес алсыз жер титирөөлөрдө ЖЭМТТИнин узактыгынын мүнөздүү өзгөрүүлөрү байкалды.

2. Энергетикалык классы К=10, эпицентрдик аралыгы r=100-200 км. болгон алсыз жер титирөөдө ЖЭМТТИнин узактыгы салыштырмалуу өсөт жана сейсмикалык момент анын кайра төмөндөөсүнө дал келет.

3. Термелүү жыштыгы 10-50 кГц болгон алсыз жер титирөөнү каттоодо ЖЭМТТИнин орточо саны эң минималдуу маанини берген. Ушул прогноздук белгилердин өзгөрүүсүндө өзгөчө мүнөзгө ээ болгон термелүү жыштыктардын ичинен көбүрөөк камтылганы болуп 15 кГц диапазондогу жыштык аныкталды. Кеңири диапазондогу жыштыктагы импульстарды каттоо жер титирөөнү так прогноздоодо эффективдүүлүгүн арттырат.

4. Каттоонун бардык жыйынтыктарынын ичинен өзгөчө мааниге ээ болгону бул жер титирөө болорго 3-5 сутка калганда ЖЭМТТИнин термелүү амплитудасынын кескин чоңоюшу болуп саналды.

5. ЖЭМТТИнин интенсивдүүлүгүнүн өзгөрүшү жер титирөөгө чейин жана кийин жер титирөөнүн очогунун айланасында заряддардын кескин түрдөгү топтолуулары жер кыртышынын тектоникалык пределдик чыңалуусуна алып келери аныкталды.

6. Суткалык, айлык, кварталдык жана жылдык өлчөөлөрдү салыштырууда ЖЭМТТИнин интенсивдүүлүгүнүн өзгөрүшү жер кыртышын Күн менен Айдын тартуу аракеттеринин мезгилдүүлүктөрүндө жер титирөө менен болгон байланыштары бар экендиги далилденди.

Бул алынган жыйынтыктардын бардыгы жакынкы жана алыскы убакыттарда боло турган алсыз жана күчтүү жер титирөөлөрдү алдын ала прогноздоодо бирден-бир ишенимдүү белги бергичтер болуп калары далилденди. Мындай чыгарылган илимий-теориялык, статистикалык жана эксперименталдык закон ченемдүүлүктөр бүгүнкү күндүн башкы талаптарына жооп берери шексиз.

Адабияттар:

1. Поиск электромагнитных предвестников землетрясений /Под ред. Гохберга М.Б. - М.: Наука, 1988.
2. Электромагнитные предвестники землетрясений /Под ред. Садовского М.А. - М.: Наука, 1982.
3. Воробьев А.А. Физические условия залегания глубинного вещества и сейсмические явления. Часть 2. –Томск: изд. ТГУ, 1974.
4. Лободин Т.В. Продолжительность гроз на земном шаре. Атмосферное электричество // Тр. ГГО. - Вып. 442. -С.39-46.
5. Тверской П.Н. Атмосферное электричество. -Л.: Гидрометеоиздат, 1949.
6. Кочербаев Т.К., Токтосопиев А.М. Изменения естественного импульсного электромагнитного излучения перед Жаланаш–Тюпским землетрясением 1978 г.

– ПГПИ, 1982. Деп. в ВИНИТИ № 4706-82.
7. Токтосопиев А.М. Электромагнитные предвестники землетрясений. - Каракол, 2007.
8. Геология кайнозоя Чуйской впадины и ее горного обрамления. - Л.: Наука, 1976, с.128.