Кирг
55
Р65

КЫРГЫЗ ССР ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ

РОЗОВА Е. А., ЖАНУЗАКОВ К.

ЖЕР ТИТИРӨӨ ЖАНА АНЫ ИЗИЛДӨӨ

Фрунзе—1959

ҚЫРГЫЗ ССР ИЛИМДЕР АҚАДЕМИЯСЫ
СЕЙСМОЛОГИЯ БӨЛҮМҮ

РОЗОВА Е. А., ЖАНУЗАҚОВ К.

ЖЕР ТИТИРӨӨ ЖАНА АНЫ ИЗИЛДӨӨ

Фрунзе—1959

Р65

*Кыргыз ССР Илимдер Академиясынын
Редакциялык Басма сөз советинин
Токтому боюнча басылды*

Розова Е. А., Джанузаков К.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ
(на киргизском языке)

МАЗМУНУ

1. Кириш сөз 3
2. Жер титирөөлөрдү классификациялоо 6
3. Сейсмикалык станциялар жана алардын жабдуусу 8
4. Жазуунун жолдору 16
5. Сейсмикалык элементтер жана аларды аныктоо жөнүндө негизги түшүнүктөр 18
6. Жер титирөөнү алдын ала айтуу жөнүндө 21

Редактор **М. Х. Токмулин**
Технический редактор **М. Г. Анохина**
Корректор **А. Исабекова**

Терүүгө 9/I 59 ж. берилди. Басууга 26/II 59 ж. кол коюлду. Көлөмү 1,5 басма табак 1,5 учёттук басма табак.
Кагаздын форматы 60×92¹/₁₆.
Заказ 40/1. Тираж 500 экз. Д—00576

Фрунзе шаары, Кыргыз ССР Илимдер Академиясынын басмаканасы
Баасы 1 сом 5 тыйын

142906
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

КИРИШ СӨЗ

Жер титирөө, жаратылыштын стихиялык кырсыгы жана каардуу кубулушу катарында, адамдарга эзелден бери эле белгилүү.

Байыркы заманда жер титирөө «кудайдын каарданышынын» натыйжасы деп эсептелген. Мисалы, байыркы гректер жер титирөөнүн себепкери, үч учтуу найзанын жардамы менен жерди кыймылга келтирүүчү Нептун кудайы болот деп эсептешкен.

Япондуктар, жер үч киттин үстүндө турат жана алар кыймылдаган кезде, жер титирөө пайда болот дешкен.

Түндүк америкалык индеецтер, жер ташбаканын үстүндө турат жана анын кыймылынан жер титирөө болот деп эсептешкен ж. б. ушу сыяктуу.

Сейсмикалык кубулушка (жер титирөөгө) окумуштуулардын кең чөйрөсүнүн көңүлү жакында эле бөлүнө баштады. Алар, жер титирөө кудайдын каардануусунун натыйжасы болбостон, чоң илимий мааниси бар жаратылыштын кубулушу экенин билишкен. Мисалы, Россияда сейсмологияны илим катарында негиз салуучу академик Б. Б. Голицын XX кылымдын башында мындай деп жазган: «Ар кандай жер титирөөнү, аз убакытка жанып, бизге жердин ичин жарык кылуучу жана ошону менен бирге анда эмне болуп жатканын көрүүгө мүмкүнчүлүк берүүчү фонарга окшоштурууга болот. Азырынча ал фонардан чыккан нур өтө күңүрт, бирок ал акыры жарыгыраак болуп, жаратылыштын бул татаал кубулуштарын түшүнүү үчүн мүмкүнчүлүк беререрине шек жок».

Чындыгында, ушул кезде жер титирөө убагында пайда болгон сейсмикалык толкундардын таралышын үйрөнүү, жер ядросунун ошондой эле анын (жердин) айрым катмарларынын касиеттерин текшерүү үчүн эң эле туура чаралардын бири болуп эсептелет.

Жер титирөө өзүнүн күчү боюнча өтө эле ар түрдүү болот. Алардын кээ бирөөлөрү жер үстүндө такыр эле сезилбейт; башка бирөөлөрү абдан күчтүү болгондуктан, бир нече секунддун ичинде чоң шаарлар кыйрап, ондогон жана жүздөгөн миң кишилер өлөт. Ушуга окшогон жер титирөөнүн бир нече мисалдарын келтирелик.

1755 жылдын 1 ноябринде Лиссабон жер титирөөсү болгон. Ушул эң күчтүү жер титирөөнүн натыйжасында шаардын көпчүлүк бөлүгү кыйраган жана элүү миңге жакын жашаган калк өлгөн.

1891 жылы 28 октябрде Япониянын борбору Токиодон 160 километр батышта турган Мино-Овари провинциясында Япон жер титирөөсү болгон. Ушул жер титирөөдө жети миң адам өлгөн жана он жети миңге жакыны жарадар болгон.

Күчтүү жер титирөөлөрдүн катарына: 1857 жылдагы Индиялык (Ассам провинциясы), 1906 жылдагы Сан-Францискодогу, 28/XII 1908 жылдагы Мессиндик (Италия), 1920 жылдагы Кытай жер титирөөсү кирет. 1923 жылдын 1 сентябринде болгон Япон жер титирөөсүнүн натыйжасында, Япониянын борбору Токио шаары жана өлкөнүн порту Иокогама бүт дээрлик кыйраган. Ушул жер титирөөдөн бүлгүнгө учурагандардын саны 270 миңден ашкан: 170000 ден ашыгы өлүп, 100000ден ашыгы жарадар болгон. Бул жер титирөөдөн болгон материалдык зыян, төрт айдын ичинде орус-япон согушуна кеткен каражаттан көп болгон. Ушул жер титирөөлөрдүн бардыгында эпицентралдык областтардагы жердин бетинин күчтүү деформацияланусу (өзгөрүүлөр) болгон.

Кээ бир жер титирөөдө тектоникалык сызыктар боюнча күчтүү ыргытуулар (сборстор) байкалса, башка бир жер титирөөдө сборстор боюнча горизонталдык жылыштар же көп сандаган көчүп жана урап кетүүлөр байкалган. 1920 жылдагы Кытай жер титирөөсүндө 200000 ден ашык адам көчкү менен урандынын астында калып өлгөн.

Орто Азияда акыркы 75 жылдын ичинде болгон бир топ күчтүү жана кыйраткыч жер титирөөлөргө төмөнкүлөрдү кошууга болот. 1885 жылы август айындагы Кыргыз тоо кыркаларындагы жер титирөөнүн натыйжасында көчкүлөр жана урооолор, тоо этектеринде жарыш жаракаларга бөлүнгөн урчуктар пайда болгон. Пишпекте, Беловодскийде, Кара-Балтада кээ бир үйлөр кыйраган.

1889 жылдагы эң күчтүү жер титирөө Ысык-Көлдүн түндүгүн өз кучагына алып, өзгөчө күчтө Верный (азыркы Алма-Ата) шаарында сезилген. 1902 жылдын 16 декабриндеги Андижан жер титирөөсү убагында шаар бүт эле дээрлик талкаланган, жана болжол менен 5000 ге жакын адам өлгөн.

1911 жылдын январындагы түндүк Тянь-Шанда болгон

эң зор жер титирөөдөн Верный шаары дагы чоң кырсыкка учураган. Кыргызстанда бул жер титирөө, Кемин өрөөнүндө жана Ысык-Көлдүн түндүк жээгинде бөтөнчө күчтүүлүгү байкалган. Жердин үстүнкү кыртышынын айрым жерлеринде жарылуулар пайда болуп, чоң урооолор жана көчүүлөр болгон. Чоң Кемин өрөөнүндөгү Кайыңды капчыгайында бир нече боз үйдү адамдары менен басып калган уранды ушул күндө дагы көрүнүп турат.

Кемин өрөөндөрүндө жер титирөө 1932 жана 1938 жылдарда да белгиленген.

18/II 1911 жылы Памирде күчтүү жер титирөө болуп, ушул жер титирөөнүн натыйжасында эң чоң аска кулап, Мургаб суусун тосуп калган. Ошол себептүү Сарез көлү пайда болгон.

12/VIII 1927 жылы Наманган шаарында бир топ күчтөгү жер титирөө болгон.

Бир кыйла күчтөгү жер титирөө 20/IV 1941 жылы Гарм районунда сезилген.

1946 жылы 2 ноябрден 3 ноябрге караган түнү Чаткал тоо кыркасында күчтүү жер титирөө сезилген. Инструменталдык жана макросейсмикалык маалыматтар боюнча, бул жер титирөөнүн эпицентри Сары-Челек көлүнө жакын жерде б. а. Чаткал тоо кыркасынын түштүк эңкейишинде, Ходжа-Ата суусунун баш жагында болгон. Бул жерде тоонун боорунун көп жерлери жарылган жана жер массалары көчкү жана уранды түрүндө төмөн көздөй өрөөнгө түшкөн. Чоңдугу эки, үч этаж үйдөй болгон айрым таштар төмөн кулаган. Кээ бир кыштактарда жашагандардын бир далайы өлгөн. Нарын суусунда ири көчкүлөр болуп, ошонун бири ушул күрүлдөгөн тоонун суусун бир нече күнгө чейин бөгөп турган. Бул жер титирөө эң чоң районду өзүнүн кучагына алган, ал турсун Ташкентте жүздөгөн үйлөрдү зыянга учураткан (2). Ал Фрунзеде да бир топ күчтө сезилген.

Ушул жер титирөөдөн эки күндөн кийин б. а. 4/XI 1946 жылы Красноводскинин түштүк чыгыш жагында Казанджик шаарында, Чаткал жер титирөөсүнө салыштырганда, азыраак күчтөгү, бирок ошондой болсо дагы кыйраткыч жер титирөө болгон.

2/VI 1947 жылы бир топ күчтөгү жер титирөө Андижан шаарында сезилген. Бул жер титирөөнүн эң чоң күчү, Пайтокто болгон, б. а. эпицентри, Андижан шаарынын түндүк-батыш жагында жайланышкан.

1948 жылы 5 октябрден 6 октябрге караган түнү жер титирөөнүн натыйжасында Ашхабад шаары кыйраган. Анын очагы Ашхабаддан түштүк — чыгышыраак 25—30 км. аралыкта болгон. Бул күчтүү жер титирөө, эпицентралдык зонада-

гы жердин бетинде жарылуулар жана көчүүлөр түрүндөгү көрүнүктүү өзгөрүүлөрдү пайда кылган.

10/VII 1949 жылы Тажикстандын Гарм областында 9 баллдуу жер титирөө болгон. Ушул жер титирөөнүн натыйжасында тоо этегинде турган Хаит кыштагы, тоодон жылган топурактын астында калып жок болгон.

Бирок, катастрофалык жана күчтүү кыйраткыч жер титирөөлөр абдан эле сейрек болот. Алар, сейсмикалык станциялардын приборлору жазган күчсүз жер титирөөлөрдүн санына салыштырганда, анын аз гана процентин түзөт. Эгерде катастрофалык жер титирөө жылына орто эсеп менен бир жолу болсо, анда азыркы сейсмикалык аппаратура менен регистрация кылынган күчсүз жер титирөөлөр жылына 100000 ден ашык болот.

2. Жер титирөөлөрдү классификациялоо

Катастрофикалык жана кыйраткыч жер титирөөнүн райондорун жана алар дуушар кылган калдыктарын текшерип көргөн кезде, көп убакта жердин үстүңкү бетиндеги топурактын бир кыйла жылып кеткендиги байкалган. Мисалы, 1891 жылдагы Япониядагы жер титирөө кезинде, Мино-Овари жеринде тектоникалык сызыкты бойлото ыргытуулар болуп өткөн. Горизонталдык багыт боюнча жылып кетүүлөр төрт метрге чейин, ал эми вертикалдык багыт боюнча жылып кетүүлөр жети метрге чейин жеткен.

Калифорниядагы 1906 жылы 18/IV болгон жер титирөө кезинде, ири Сан-Андреас ыргытуу сызыгын бойлото 500 кмге созулган горизонталдык жылып кетүүлөр байкалган. Вертикал багыты боюнча жылып кетүүнүн бийиктиги 6 метрден ашкан эмес.

1923 жылы биринчи сентябрде Японияда болгон жер титирөөдө, ошол жер титирөөнүн очагы (борбору) турган Сагами бухтасында, бир кыйла деформациялар болуп өткөн. Жер титирөөдөн кийин жүргүзүлгөн ченөөлөр, тектоникалык сызыктан түндүктү көздөй анын түбү 200 метрге жогорулагандыгын, ал эми андан түштүктү көздөй жүз метр төмөндөгандыгын, ал эми андан түштүктү көздөй жүз метр төмөндөгү бир нечесин көрсөтүүгө болор эле.

Мына ушуга окшогон көп сандаган маалыматтардын жана башка бир катар изилдөөлөрдүн негизинде, окумуштуулар жер титирөө негизинен жарылуулар, ыргытып таштоолор ж. б. түрүндө билинүүчү жер бетиндеги жылып кетүүлөр менен байланыштуу деген корутундуга келишти. Жердин бетинин деформациясына жана анын түзүлүшүнүн өзгөрүшүнө алып келүүчү бул жылып кетүүлөр тектоникалык кыймылдар деп аталат. Ушул себептүү жер титирөө да тектоникалык жер титирөө деп аталат. Тектоникалык жер титирөө, тоону пайда

кылуучу процесстер менен байланыштуу. Макросейсмикалык жана инструменталдык маалыматтардын негизинде айкындалган сейсмикалык бардык областтардын жер катмарынын жаңы бүктөлүш системаларына туура келиши бул байланышты ырастайт. Эң күчтүү жер титирөөлөрдүн зоналары, тектоникалык сыныш сызыктарына дал келет. Жер титирөөнүн инструменталдык жазмаларын иштеп чыгуунун жана кылдаттык менен анализдөөнүн негизинде табылган жер титирөөнүн эпицентрлеринин жайланышуу карталары, жер титирөөнүн негизги массасы азыркы кезде интенсивдүү тектоникалык кыймылдар улантылып жаткан альпылык бүктөлүш зоналарында боло тургандыгын көрсөтүп отурат.

Жер шаарында болучу жер титирөөнүн көпчүлүгү тектоникалык жер титирөөнүн классына кире тургандыгы, ал эми анын аз эле бөлүгү өзүнүн теги жагынан вулкандардын атылып чыгышы менен жер астындагы боштуктарга байланыштуу экендигин айкындалган факт деп эсептөөгө болот. Вулкандык жер титирөөлөр көпчүлүк убакта вулкандардын атылып чыгышы менен кошо, же андан мурунураак болот. Урап түшмө жер титирөөлөр, жер алдында жүргүзүлгөн иштердин же жер алдындагы суулардын аракетинен пайда болгон жер алдындагы боштуктарга анын үстүндөгү жердин кыртышы урап түшкөн учурларда пайда болот. Вулкандык жер титирөөлөр, так ошондой эле урап түшмө жер титирөөлөр бир кыйла сейрек болот, алардын күчү анчалык чоң болбой, мына ошонун натыйжасында таралуу аянты да аз болгондугу менен айырмаланат.

Вулкандык жер титирөөлөр, табигый түрдө, өчпөй аракет кылып жаткан же өчүп калган вулкандар бар жерде болушат. Бизде, СССРде, Камчаткада өчпөй аракет кылып жаткан көп вулкандар бар жана андагы Ключи деген жерде орноштурулган сейсмикалык станция, күчү III—IV баллда болуп, таралуу тармагы эң эле аз болгон вулкандык жер титирөөлөрдү көп эле жазып алат. Бул жер титирөөлөрдүн очагдары нөлдөн 10 километрге чейинки аз терендикте болушат, ал эми тектоникалык жер титирөөлөрдүн очагы, кубаты айрым райондордо 70 километрге жетүүчү жердин кыртышында жайланышкан.

Жакында эле, инструменталдык маалыматтардын негизинде, жер титирөөлөр жердин кыртышынын бир кыйла кубаттуурак болгон терендиктеринде да пайда боло тургандыгы белгиленди. Азыркы кезде, очагы 70 ден 700 километрге чейинки терендикте болгон жер титирөөлөрдүн жетишерлик көп саны жазылып алынды. Бул жер титирөөлөр терең фокустуу же плутониялык жер титирөөлөр деп аталат. Алардын пайда болуу себептери, азырынча такыр окулуп үйрөнүлө элек. Терең фокустуу жер титирөөнүн пайда болушу жөнүндө,

азыркы жердин келип чыгышы жөнүндөгү азыркы теорияларынан аздыр-көптүр канааттандырарлык түшүнүктү алууга болбойт. Мисалы, бир кыйла кеңирээк таралган контракциялык теориясы боюнча жер качандыр бир убакта албырттап күйүп турган суюк масса болгон жана бара-бара сууна берип, катуу кыртыш менен капталган. Улам төмөнүрөөк жаткан масса сууган кезде, бул кыртыш кысылып тарыйт да, мына ушунун натыйжасында, жер бетинде бүктөлүүлөр пайда болот, башкача айтканда, ойдуңдар жана тоо кыркалары түзүлөт. Эгерде жер бетин түзүүчү мындай процессте, тоолорду жана бүктөлүштөрдү пайда кылуучу процесстерди да түшүндүрүүгө мүмкүн болбосо, анда нормалдуу (тектоникалык), так ошондой эле терең фокустуу жер титирөөлөрдүн пайда болуу себебин жетишерлик ачык түшүндүрүү мүмкүнчүлүгү албетте өзүнөн өзү эле жоголот. Дал ушундай эле, Вегенердин гипотезасына же изостазия теориясына жана башкаларга таянып, терең жер титирөөлөрдүн келип чыгышын аздыр-көптүр канааттандырарлык түрдө негиздөөгө мүмкүн эмес.

Терең фокустуу жер титирөөлөр жердин чоң тереңдигинде болуп өтүүчү физика-химиялык ар кандай процесстердин натыйжасында келип чыгат деген болжол бар. Ошондой эле Джеффрис дагы, очагы жер кыртышында жайланышкан, жакын аралыкта болуучу жер титирөөлөрдү изилдеген убакта, алардын пайда болуу себеби, жердин 10—15 километр тереңдигинде жайланышкан радиактивдүү процесстер болот деп болжолдогон. Ушул көз караш боюнча, О. Ю. Шмидттин жердин пайда болушу жөнүндөгү космогониялык теориясынын негизинде, терең жер титирөөнүн пайда болуусун эң эле жөнөкөй жана табигый түрдө түшүндүрүүгө мүмкүн, анткени анын теориясы боюнча, радиактивдүү заттар ар түрдүү тереңдикте жайланышы мүмкүн. Мына ушул заттардын ажыралышынын натыйжасында, эң чоң тереңдикте да, массалардын көлөмүнүн чоңоюшуна байланышкан физико-химиялык процесстер болуп өтүшү мүмкүн, мына ушулардын натыйжасында жер титирөө болушу мүмкүн.

3. Сейсмикалык станциялар жана алардын жабдуусу

Жер титирөөнү изилдеген кезде, жер титирөөнүн очагынын жайланышкан ордун жана анын башталуу убактын аныктоо биринчи кезектеги жана негизги милдет болуп эсептелет. Сейсмикалык станциялардан алына турган жер титирөө жөнүндөгү инструменталдык маалыматтар, мына ушул максатта баштапкы негизги материал болуп кызмат кылат. Бул станциялар ар качан сейсмикалык байкоолорду жүргүзүү үчүн

мүмкүн болушунча бир кыйла ыңгайлуу болгон орундарда жайланыштырылат, (б. а. станция орноштурулган жердин үстүнкү кыртышынын шарттары жана анын сейсмикалык активдүү райондорго карата жайланышы).

Атайын курулган имараттарда сейсмикалык аппаратура, — так убакыттын сигналдарын автоматтык түрдө сейсмограммага берүүчү аппаратура жана башка жер титирөөнү сутка боюнча автоматтык түрдө жазып турууну камсыз кылуучу жардамчы аспаптар жана установкалар жайлаштырылат. Советтер Союзунун бардык сейсмикалык станцияларында, орус окумуштууларынын конструкциясындагы сейсмографтар орнотулган. Сейсмикалык биринчи станция 1906 жылы Пулководо ачылган. Ал кездеги сейсмологиянын негизги милдеттери: жердин жалпы сейсмикалуулугу менен ички түзүлүшүн изилдөө болуп эсептелген. Мына ушул милдеттерди чечүү үчүн академик Б. Б. Голицын тарабынан гальванометрикалык түрдө жазыла турган өзгөчө жаңы конструкциядагы сейсмографтар жасалып, Пулководо, Иркутскийде, Ташкентте, Бакуда, Тбилисиде жана Свердловскийде (Екатеринбургда) ачылган сейсмикалык станциялар мына ушул сейсмографтар менен жабдылган болучу.

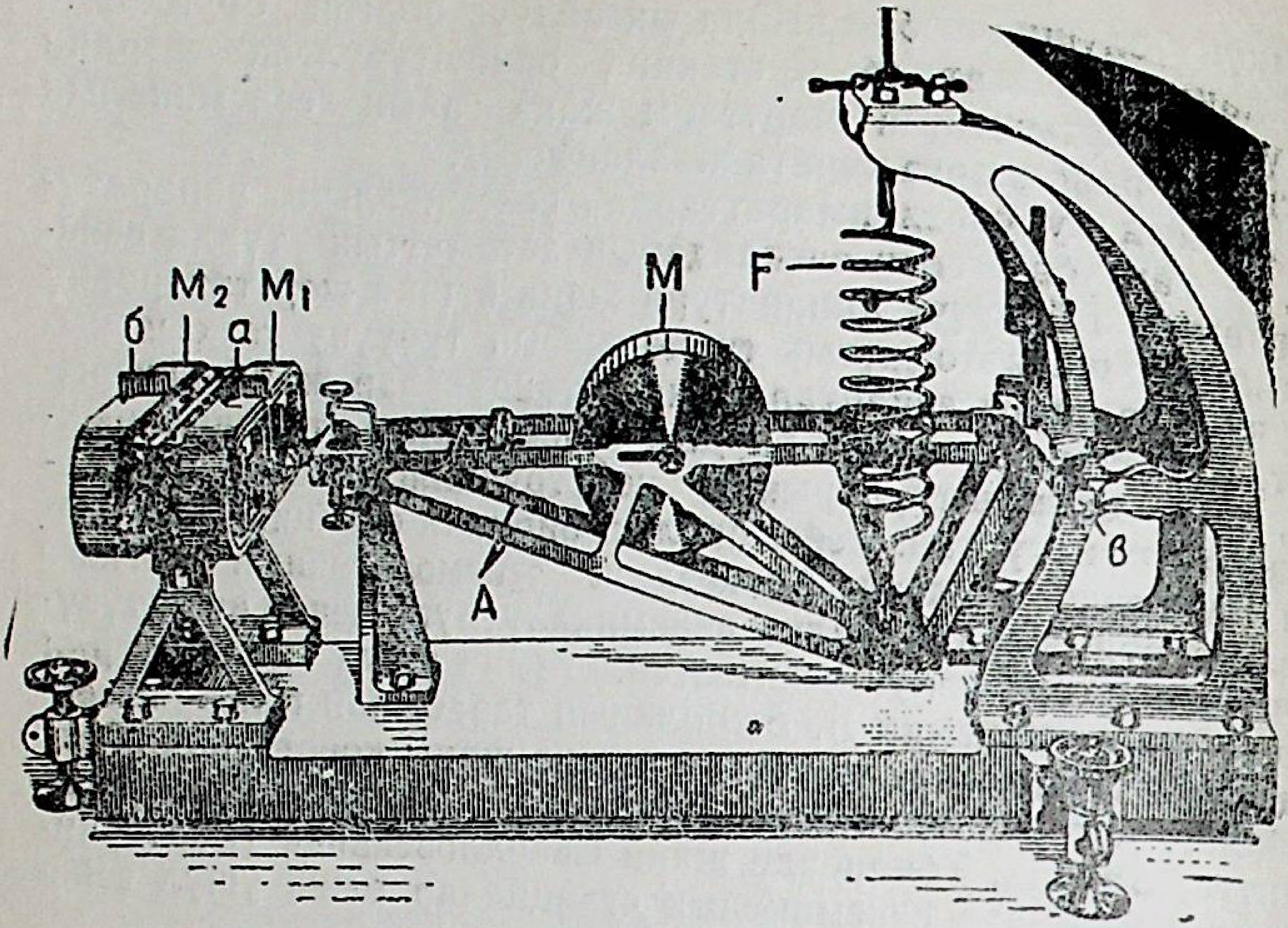
Б. Б. Голицындин вертикалдык сейсмографы төмөнкү негизги бөлүктөрдөн турат. Маятник кош кабат «А» латун рамасынан жана анын арасына бекитилген оор М массадан турат. Ушул раманын учуна удаалаш кошулган төрт индукциялык рамкалары бар «а» алкагы жана маятниктин өз кыймылын басаңдатуучу «б» жез пластинкасы бекитилген. Маятник өз ара перпендикулярдуу жана ошол пластинкалардын тегиздиктеринин кесилишүү сызыгы аркылуу өтөт.

Рама горизонталдык авалда бекем болот пружинасынын жардамы менен кармалып турат.

Регистрациялоону жана маятниктин өзүнүн кыймылын басаңдатууну ишке ашыруу үчүн така түрүндөгү M_1 жана M_2 магниттери кызмат кылат. Индукциялык рамкалар гальванометрге туташтырылат.

Алыскы жер титирөөлөр пайда кылган сейсмикалык толкундардын мезгилдери чоң болуп, негизинен 2—3 секундадан 20 секундага жетет. Ошондуктан Б. Б. Голициндин системасындагы сейсмографтар, мезгилдери 5—10 секунд болгон топурактын термелүүлөрүн абдан күчөтүп, чоңойтуусу миң эсеге жетет.

Бул сейсмографтар негизинен алыскы жер титирөөлөрдү (телейсмдерди) жазып турууга эсептелген, мына ошондуктан алар менен жабдылган станциялар телейсмикалык станциялар деген наамды алышты. СССРдин сейсмикалык активдүү райондорунда болуп өткөн начар, жакын аралыкта болгон



1 сүрөт Б. Б. Голицындин вертикалдык сейсмографы

жер титирөөлөргө, ошол кезде эң аз көңүл бурулуучу. Дүйнөлүк биринчи согуштун убактысында сейсмикалык станциялардын көпчүлүгү өзүнүн ишин токтотуп коюшкан. Социалисттик Улуу Октябрь революциясынан кийин гана телесейсмикалык станциялардын иштери кайрадан жандандырылып, Крымда, Кавказда жана Орто Азияда регионалдык сейсмикалык станциялар уюштурула баштады. Бул сейсмикалык станциялардын негизги милдети жакын аралыкта болгон жер титирөөлөрдү, башкача айтканда, очагы станция жайланышкан райондордогу болгон жер титирөөлөрдү изилдөө болгон. Жакын аралыкта да болуучу жер титирөөлөрдү жазуу үчүн керек аппаратура менен жабдылган бул станциялар регионалдык сейсмикалык станциялар деген наамды алды. Түркестан — Сибирь темир жолунун трассасынын сейсмикалуулугун изилдөө максатында, 1927 жылы Орто-Азияда алгачкы регионалдуу сейсмикалык станциялар Алма-Ата, Фрунзе шаарларында жана Кордойдо ачылды. 1929 жылы Андижанда жана Самаркандда сейсмикалык станциялар иштей баштады. Ушинтип, сейсмикалык станциялардын саны улам барган сайын көбөйө берип, 1948 жылы алардын саны Орто Азияда 11 ге жетти.

Азыркы кезде Советтер Союзунун территориясында ар кандай типтеги сейсмикалык 75 станция бар, алардын ичинен 30

станция Орто Азия менен Казакстандын территориясында орноштурулган. Регионалдык сейсмикалык станциялардын санынын мына ушундайча тез өсүшү, азыр жакын аралыкта болгон жер титирөөлөрдү изилдөөгө зор көңүл бөлүнгөндүгүн, башкача айтканда, айрым райондордун территорияларына орноштурулган сейсмикалык станциялардын жардамы менен ал райондордун сейсмикалуулугу абдан толук окуп үйрөнүлүп жаткандыгын көрсөтөт.

Айрым райондордун сейсмикалуулугун толук изилдөө, жер кыртышынын түзүлүшүнө, жер титирөөнүн очагында пайда болуучу процесстерге жана жер титирөөнүн прогнозунун маселесине байланыштуу болгон бир катар илимий маселелерди чечүү үчүн зарыл. Андан башка да бул сейсмикалык маалыматтар, тарыхый геология жана тектоника боюнча алынган маалыматтар менен биригип, тигил же бул райондордо болуп өтүүчү жер титирөөнүн максималдуу баллдуулугун бир кыйла так аныктоого мүмкүндүк берет. КПССтин XX съездинин СССРде курулуштун эң зор кулач жайышы менен катар жогорку сейсмикалуулугу менен айырмаланган областтарда да эл отурукташкан жаңы пункттарды, гидротехникалык курулуштарды жана өнөр жайдын ири борборлорун түзүү жөнүндөгү чечимдерин эске ала турган болсок, бул аныктоо эл чарбасы үчүн зор мааниге ээ болору шексиз.

Эгерде сейсмикалык активдүү орундарда курулуштарды кура турган болсок анда ал курулуш эң эле кымбаттап кете тургандыгы белгилүү. Мындай райондордо боло турган жер титирөөнүн баллдуулугу канчалык жогору белгиленсе, анда бул кымбаттоо андан бетер ашып түшөт. Мына ошондуктан, ири курулуштар тургузула турган райондор үчүн, сейсмикалык станциялардын инструменталдык маалыматтарын анализдөө жана ошону менен катар гидрогеологиялык жана башка изилдөөлөрдү жүргүзүү жолу менен бул райондордун сейсмикалуулугун изилдөөнүн негизинде, жер титирөөнүн эң эле туура максималдык баллдуулугун белгилөө зарыл.

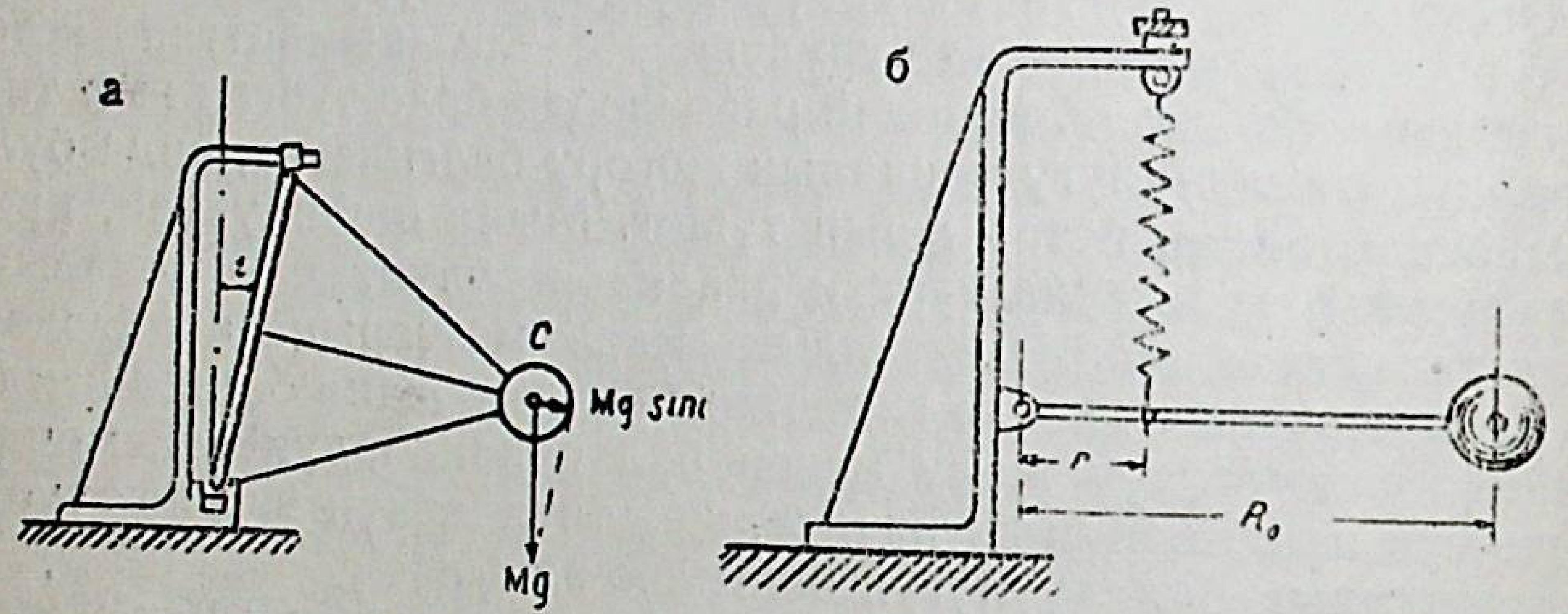
Жерде, серпилгич нерседегидей, жер титирөөнүн натыйжасында пайда болгон термелүүлөрдү кабыл алуу жана жазып алуу үчүн сейсмографтар деп аталган приборлор кызмат кылат. Ар бир сейсмографтын негизги бөлүгү атайын жол менен асылып коюлган маятниктен турат (1 сүрөттү кара). Сейсмографтын түзүлүшү инерция принцибине негизделген. Жер титирөө болуп, топурак жылып кеткен учурда маятниктин массасы мейкиндикте өзүнүн мурдагы абалын сактап калууга тырышып, топурактын биринчи жолку жылып кетишинин чоңдугун тигил же бул жол менен белгилейт. Андан кийин маятниктин эркин массасы өзүнүн өздүк термелүүсүн улантат да, ал термелүүлөр, жер титирөө пайда кылган жердин бетин-

деги термелүүлөргө биригет. Ушул себептүү, жер титирөө пайда кылган термелүүлөрдү ажыратып алууга мүмкүн болбогондой татаал жазуу келип чыгат.

Жер титирөөнүн бул жазмаларынан сейсмографтардын өзүнүн эркин термелүүсүн чыгарып таштоо үчүн, ошол термелүүлөрдү өчүрүүчү атайын приспособление (жабдуулар) киргизилет. Башкача айтканда, сейсмографтын өздүк термелүүлөрүн басаңдаткыч киргизилет. Бул басаңдатылыш көп учурларда магниттердин жардамы менен ишке ашырылат. Кээ бир сейсмографтарда маятникке күчтүү магниттин уюлдарынын ортосуна жайлаштырылган ичке жез пластинкасы бекитилет.

Сейсмограф, аны менен кошо пластинка, кыймылга келген кезде, ал пластинка магнит талаасында кыймылдагандыктан, маятниктин өздүк кыймылын токтотуучу Фуконун тогу пайда болот. Термелүүнүн басаңдоо чоңдугунун өзгөрүлүшү, магниттердин уюлдарынын арасындагы аралыкты же алардын магниттүүлүгүн азайтуу же көбөйтүү менен жетишилет.

Маятниктин жүгүнүн асылып коюлуу жана жайланышуу жолуна жараша сейсмографтар же вертикалдык же горизонталдык термелүүлөрдү жазып алышы мүмкүн. Топурактын горизонталдык термелүүсүн жазып алуу үчүн, айлануу огу жантайма болгон маятниктер колдонулат (2 сүрөт «а»).



2 сүрөт. а) — горизонталдык маятниктин схемасы. б) — вертикалдык маятниктин асылып коюлуш схемасы.

Бул октун вертикалга карата болгон жантаюу бурчунун (i) чоңдугу анчалык чоң болбойт. Бул бурчтун өзгөрүшү менен маятниктин өздүк термелүү мезгили жана анын келтирилген узундугу өзгөрүлөт. Маятниктин өздүк термелүү мезгили төмөнкү формула менен аныкталат:

$$T=2\Pi\sqrt{\frac{l}{g\sin i}}$$

T — маятниктин өздүк термелүү мезгили;

l—маятниктин келтирилген узундугу;

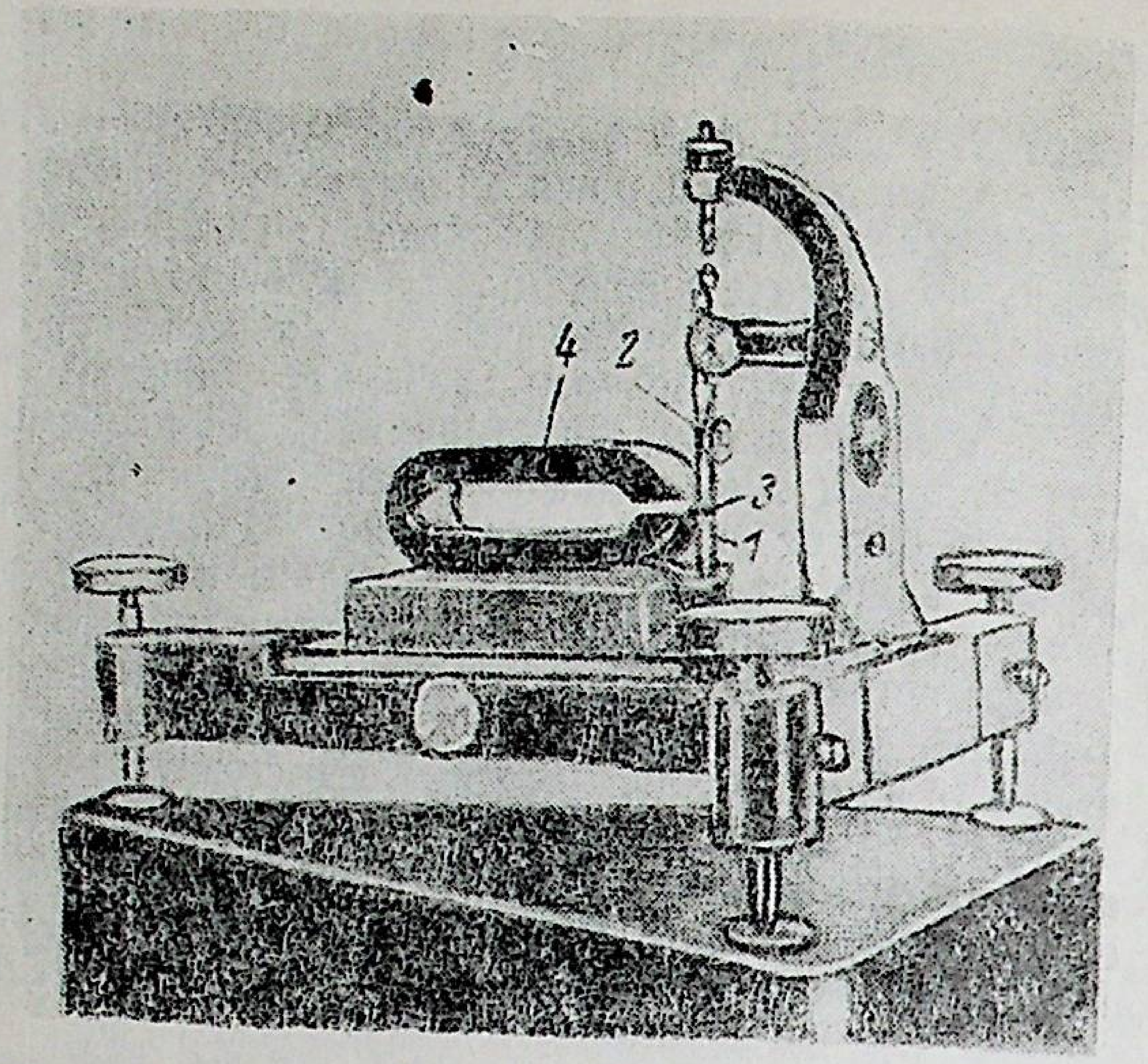
i — маятниктин огунун вертикалга карата болгон жантаюу бурчу;

Топурактын вертикалдык багытта жылышы, жүгү атайын пружинага асылып коюлган жана айлануу огу горизонталдуу жайланышкан сейсмографтар менен жазылат (2 сүрөт «б»).

Жер титирөө кезинде алынган топурактын татаал термелүүлөрүнүн жазмаларын иштеп чыгууну жеңилдетүү үчүн, бул термелүүлөрдү түзүүчүлөргө ажыратуу керек. Мына ушул максат менен сейсмикалык станцияларда үч сейсмограф орнотулат. Алардын экөө горизонталдык болушуп, өз ара перпендикуляр болгон эки багытта (бири—түндүктөн түштүктү көздөй, экинчиси—чыгыштан батышкы көздөй) жайлаштырылат. Булар топурактын кыймылынын горизонталдык эки түзүүчүлөрүн жазат, ал эми үчүнчү вертикалдык сейсмограф топурактын биринчи кыймылы жогору же төмөн болгондугун көрсөтөт жана үчүнчү—вертикалдык түзүүчүнү жазат. Үч сейсмографтарда тең жазуу болгондо, башкача айтканда, топурактын кыймылынын үч түзүүчүсү тең болгон кезде, сферикалык тригонометриянын формулаларын же Вульфтун торун пайдаланып, жер титирөөнүн эпицентринин географиялык координаталарын аныктоого мүмкүн.

Жогоруда айтылып кеткен сыяктуу, очагы сейсмикалык станциялардан өтө алыс аралыкта болгон жер титирөөлөрдү жазуу үчүн академик Б. Б. Голицын тарабынан топурактын горизонталдык жана вертикалдык кыймылдарын жазуу үчүн сейсмографтар конструкцияланган болучу. Бул сейсмографтар ушул убакка чейин алыскы жер титирөөлөрдү жазуу үчүн мыкты деп эсептелинет. Б. Б. Голицындын жакын аралыкта болгон жер титирөөлөрдү жазуучу оор горизонталдык сейсмографы өзүнүн чоң болушуна (маятниктин салмагы 110 *кг.*) жана жазууну механикалык жол менен жүргүзүлгөндүгүнө карата, кеңири таралган эмес.

Улуу Октябрь революциясынан кийин ачылган регионалдык сейсмикалык станциялардын бардыгында П. М. Никифоровдун бир кыйла өркүндөтүлгөн сейсмографтары орнотулган болучу. П. М. Никифоровдун сейсмографы электромагниттик басаңдаткычтуу жана оптикалык жол менен жазуучу горизонталдык маятник болот. Анын жалпы көрүнүшү 3 сүрөттө көрсөтүлгөн. Маятниктин инерттүү массасы (1) цилиндр формасында болуп, латундан же кызыл жезден даярдалат. Ушул цилиндр түрүндөгү массага (1) күзгү (2) жана анча чоң эмес турактуу магниттин (4) уюлдарынын арасында кыймылдоочу жез пластинкасы (3) (маятниктин өз кыймылын басаңдатуучу) бекитилген. Ава агымынын таасиринен сактоо үчүн, маятник атайын коргоого арналган айнек калпакчасы менен жабылып коюлат. П. М. Никифоровдун сейсмо-

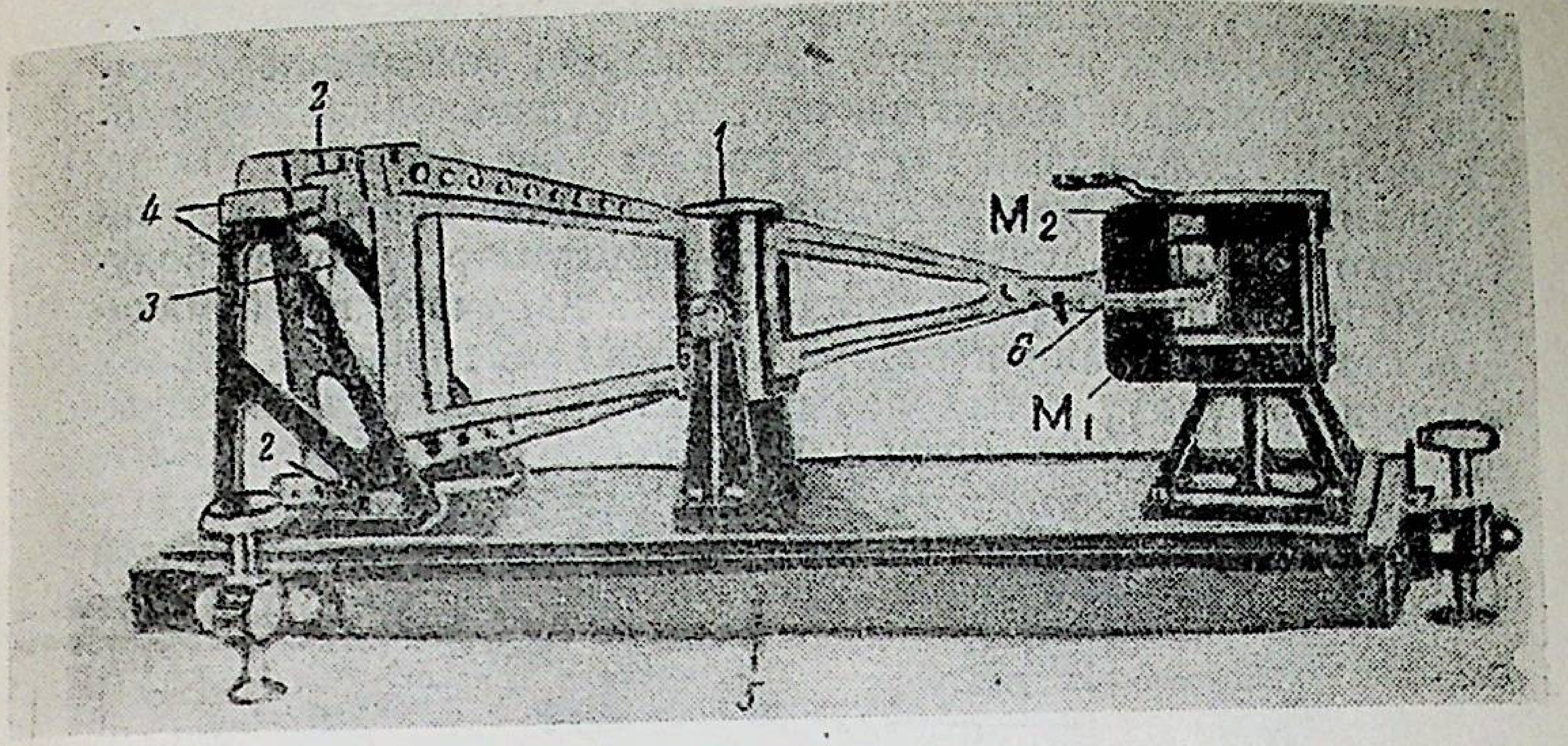


3 сүрөт П. М. Никифоровдун сейсмографы

графынын чоңойтуусу, мезгилдери 1,5 сек. болгон сейсмикалык толкундар үчүн турактуу болуп кала берет жана оптикалык рычагынын узундугу 1 метр болгон кезде анын чоңойтуусу болжол менен 400 болот. П. М. Никифоров системасындагы сейсмограф атайын жакын жер титирөөлөрдү жазып алуу үчүн жасалган. Бирок бул сейсмографтар да бир аз кыска мөөнөттө гана колдонулуп келди.

1946 жылы бул сейсмографтар Д. П. Кирнос жана Д. А. Харин системасындагы бир кыйла өркүндөтүлгөн жана сезгич сейсмографтар менен алмаштырыла башталды жана 1950 жылдын акырында Орто Азиядагы регионалдык станциялардын бардыгы жаңы конструкциядагы сейсмографтар менен жабдылды. Булар, электродинамикалык басандаткычтуу жана гальванометрикалык жол менен жазуучу сейсмографтар болуп эсептелет. 4 сүрөттө Д. П. Кирностун горизонталдык сейсмографы көрсөтүлгөн.

Сейсмографтын негизине (5) орнотулган тирөөчтөргө (4) бекитилип коюлган эки жука жалпак болот пластинкасына (2) жана болот кылына (3) горизонталдуу маятник асылып коюлган. Маятниктин учуна бекитилген жез алкагына, ичке эмаль менен капталган жез зымынан турган жалпак эки индукциялык катушка (6) кыстырылып коюлган.



4 сүрөт Д. П. Кирностун горизонталдык сейсмографы.

Катушканын бирөө маятниктин кыймылын жазып алуу үчүн кызмат кылат, жана ал гальванометрдин чынжырына туташтырылат. Экинчи катушка маятниктин басандоосун жөнгө салуу үчүн кызмат кылат жана ага керектүү чоңдуктагы турактуу басандатууну алуу үчүн атайын каршылык туташтырылат. Индукциялык катушкалардын ортосу прибордун негизине (5) бекитилген турактуу магиниттердин (M_1, M_2) ава көңдөйүнүн арасына жайланышкан.

Д. П. Кирностун сейсмографтары жакынкы жана алыскы жер титирөөлөрдү бирдей эле жакшы жазат. Мына ушул максатта бул сейсмографтардын чоңойтуусу 0,3 секундадан 9—10 секундага чейинки мезгилдердин кең интервалында турактуу болуп, анын мааниси 3000 ге чейин жетет.

Жакын аралыкта болуучу жер титирөөлөр үчүн мезгилдери 0,3 секундадан 0,8 секундага чейинки сейсмикалык толкундар эң эле мүнөздүү. Ушул себептүү регионалдык сейсмикалык станциялар үчүн арналган Д. А. Хариндин системасындагы сейсмографтар, бөтөнчө мына ушул мезгилдерде жетишерлик айкын (учтуу) максимумга ээ болуп, чоңойтуусу 20000—40000 маанисине жетет. Жер титирөө болгон кезде ал жарык точка, сейсмографтын маятнигинин термелүүсүнүн натыйжасында топурактын термелүүсүнүн ийри сызыгын сейсмограммада жазат. Жакынкы жана алыскы жер титирөөлөрдүн жазуулары бири-биринен абдан ачык айырмаланат, бирок, жер титирөөнүн жазууларынын бул эки группасынын ар бири да өзүнүн мүнөзүнө карата эң эле ар түрдүүчө болушат. Ар бир жер титирөөнүн жазуусунун мүнөзү жер титирөөнүн күчүнө, анын эпицентринен станцияга чейинки аралыгына, гипоцен-

тринин жатуу терендигине, анын пайда болуу механизмине, очагдагы геологиялык шарттарга, кабыл алуучу сейсмикалык станция турган жана сейсмикалык нурдун өтүү жолундагы жер кыртышынын геологиялык структурасына көз каранды болот. Жер титирөөдөгү жазуулардын ар кандайча болушу, жер титирөөгө таасир кылуучу бул факторлордун ар түрдүүчө болушу менен түшүндүрүлөт. Андан башка да, очагдан сейсмикалык станцияга чейинки өзүнүн жолунда сейсмикалык нурлар жердин ар түрдүү катмарларынын кошулуу беттеринен сынышы жана чагылышы мүмкүн. Бул учурда түрдүү алмашылма толкундар пайда болот да жер титирөөнүн жазмасы татаалданат, себеби алардын станцияга жетиши сейсмограммага жазылат.

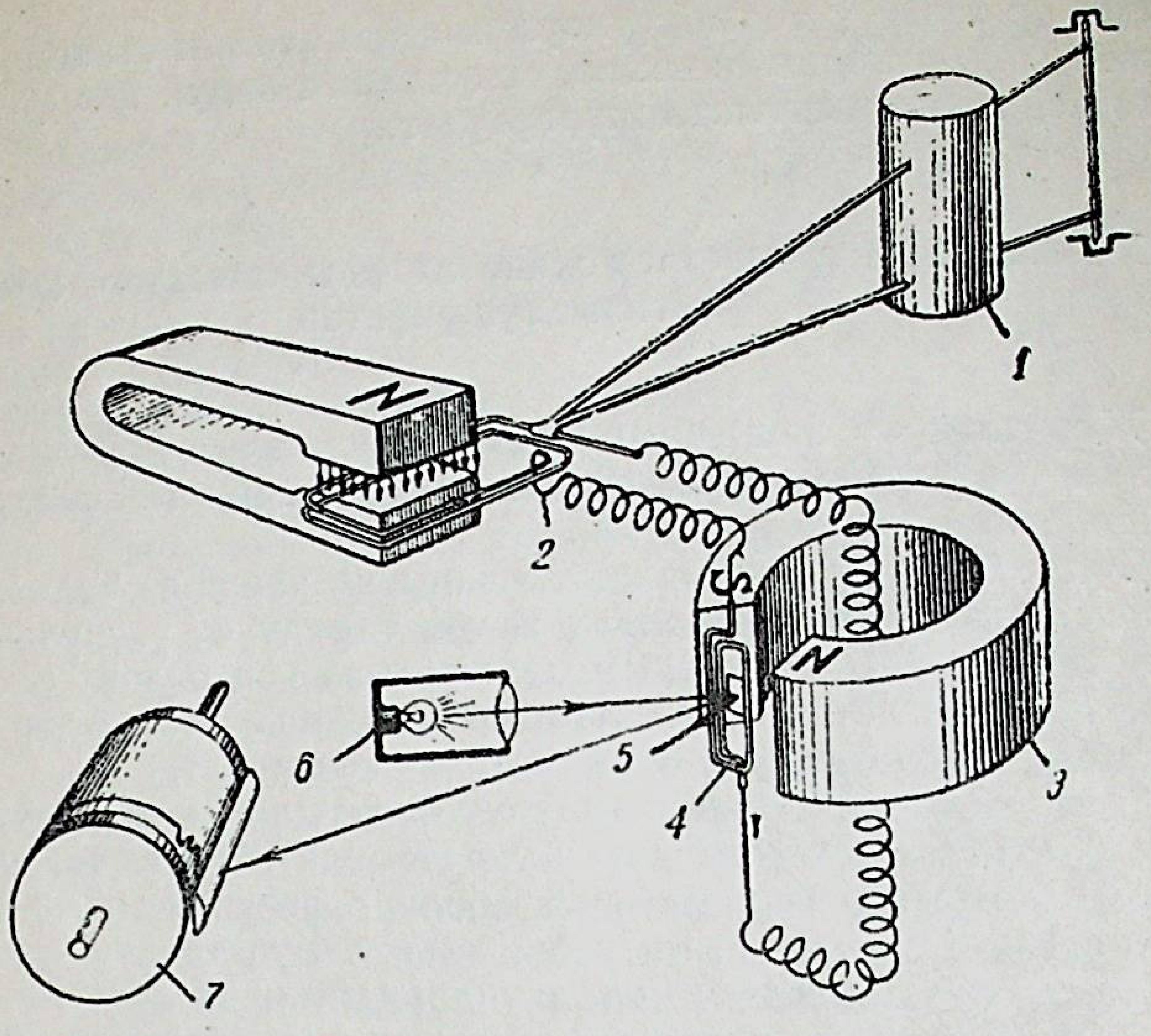
Жазуунун жолдору

Кыртыштын термелүүсүн механикалык жол менен жазып алуу үчүн, сейсмографтарга ийнелүү же учунда учтуу калеми бар рычагдар бекитилет, булар үзгүлтүксүз кыймылдап тура турган кагаздын ышталган бетине сызыктарды сызып кетишет. Мына ушул механикалык жазуу убагында калемуч кагазга сүрүлөт. Бул болсо, кыртыштын термелүүсүн жазууда, иштөө убагында эсепке алууга кыйын болгон таксыздык ты киргизет.

Жазууну оптикалык жол менен жүргүзгөн кезде сейсмографтын маятнигине кичинекей күзгү бекитилет да, ага жарык кылуучудан жарыктын нуру келип түшөт. Күзгү маятник кыймылдаган кезде бурулуп турат. Жарыктын нуру күзгүдөн чагылып, цилиндр түрүндөгү линза аркылуу өтөт да, жарык точкага айланып, кыймылдап турган фото кагазга термелүүнүн ийри сызыгын жазат. Жазуулардын механикалык жана оптикалык жолдору жазуунун түз жолдору болуп эсептелишет; анткени—лентага прибордун массасынын жылып кетиши (өзгөргөн масштабда) жазылат. Никифоровдун сейсмографынын кыймылы ушул жол менен жазылат.

Жазуунун гальванометрдик жолу эң кеңири таралган. Жазуунун мына ушул жолунда сейсмографтын массасынын жылып кетиши электр тогуна айландырылат, ал ток күзгүлүү гальванометрдин жардамы менен оптикалык жол боюнча жазып алынат. Гальванометрдик жол менен жазып алуунун жөнөкөй схемасы 5 сүрөттө көрсөтүлгөн.

Бул прибордун маятнигине (1), магнит талаасына жайгаштырылган катушка (2) бекитилген. Жердин үстүнкү кыртышы термелген кезде, магниттер катушкага карата салыштырмалуу кыймылга келет да, катушкада электр тогу пайда болот. Бул ток андан кийин гальванометрден (3) өтөт. Галь-



5 сүрөт гальванометрдик жазып алуунун электродинамикалык жолунун схемасы.

ванометрдин катушкасы күзгү (5) менен жабдылган. Бул күзланышкан жана токтун күчүнө жараша бурулуп турат. Гальвонометрдин катушкасы күзгү (5) менен жабдылган. Бул күзгү жарыктын булагынан (б) чыккан нурду чагылдырып, гальванометрдин кыймылын, айланып туруучу фото кагазга (7) жеткизет. Голицындин, Кирностун жана Хариндин сейсмографынын кыймылы мына ушул принципте жазылат. Үстүнө фото кагаз оролгон жазма аппараттын барабаны (айлануучу көңдөй цилиндр), анын бир калыптагы кыймылын камсыз кылуучу саат механизми менен кыймылга келтирилет. Сейсмикалык ар кандай толкундардын станцияга келиш убактысын так аныктоо үчүн зарыл болгон убакыт билүү кызматы сейсмикалык станциялардын ишинде эң эле негизги мааниге ээ болот. Убакыт кызматын турмушка ашыруу үчүн сейсмикалык станциялардын бардыгы радиоаппаратура жана атайын саат менен жабдылат. Бул саат ар бир минута сайын өткөргүч зымдар аркылуу фотолентага (сейсмограммага) өткөргүч белгилерин жиберип турат, ал эми так убакыттын радио аркылуу берилген кезде, ал сигналдарды да сейсмограммаларда белгилейт. Сейсмограммаларды иштеп чыккан

142906.
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА

кезде, ар түрдүү термелүүлөрдүн сейсмикалык станцияларга келген моменттерин аныктоо, секунданын ондук бир үлүштөрүнө чейинки аныктыкта жүргүзүлөт.

4. Сейсмикалык элементтер жана аларды аныктоо жөнүндө негизги түшүнүктөр

Жер титирөө башталган кезде, очагда эки түрдүү—узунунан кетүүчү жана туурасынан кетүүчү—серпилгич толкундар пайда болот.

Бул толкундардын ылдамдыктары ар кандай. Термелүүсү кысылуу жана кеңейүү жолу менен таралуучу узунунан кеткен толкундардын (P) ылдамдыктары эң чоң болуп секундасына 5,5 километрден 13 километрге чейин жетет. Алар сейсмикалык станцияларга биринчи болуп келишет.

Термелүүсү толкундун таралуу багытына тик багытта жылыш (сдвиг) түрүндө болуучу туурасынан кеткен толкундардын (S) таралуу ылдамдыгы аз болуп, секундасына 3,2 километрден 7,5 километрге чейин жетет. Бул толкундар станцияларга узунунан кеткен толкундардан кийин келет.

Узунунан жана туурасынан кеткен толкундардан башка дагы жер титирөө убактысында жердин үстү менен кетүүчү толкундар (1) белгиленет. Алар жер бетинде, серпилгич чөйрөнүн бош чегиндегидей, узунунан жана туурасынан кетүүчү толкундардын интерференцияланууcунан (биригүүсүнөн) пайда болот. Алардын таралуу ылдамдыгы узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын ылдамдыгынан аз, ошондуктан сейсмограммага тиги толкундардан кечирээк келет. Көбүнчө бул толкундардын амплитудалары узунунан жана туурасынан кеткен толкундардыкынан бир топ чоң болуп, жер титирөө убактысында болуучу кыйроолордун негизги себеби болот. Сейсмограммаларда, ушул негизги толкундардын арасында, башка дагы бир катар ар түрдүү тектеги толкундар жазылат. Алар алмашылма толкундардын (узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын чагылышынын жана сынышынын) келишинин натыйжасында пайда болушат.

Узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын өтүү убакыттары жөнүндө алынган маалыматтардын негизинде, узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын өтүү убакыттарынын айырмаларынын таблицалары эсептелинген. Бул таблицалар, жер титирөөнү жазып алган сейсмикалык станциялар менен эпицентрдин арасындагы аралыктарды тез эле таап алууга мүмкүнчүлүк берет. Узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын келүү убактыларынын бирдей эле

айырмасында, жер титирөөнүн ар кандай тереңдиктеги очагдары үчүн эпицентралдык аралыктар ар түрдүү болот.

Сейсмикалык толкундардын өтүү убактыларынын аралыктан болгон көз карандылыгынын графикте көрсөтүлүшү годограф деп аталат.

Жер титирөөнүн чыккан жери, очаг же фокус деп аталат. Жер титирөөнүн күчүнө жараша, ал көбүнчө чоң же кичине өлчөмдөгү область болот.

Очагдын оордук борбору гипоцентр деп аталат. Эң эле күчтүү термелүүлөр болгон очагдын үстүндөгү жердин бети эпицентралдык область, ал эми анын борбору эпицентр деп аталат. Геометрия боюнча караганда—эпицентр гипоцентрдин жер бетине түшүрүлгөн проекциясы болот. Жер титирөөнү иштеген кезде, анын эпицентрин аныктоо биринчи милдет болот. Эгерде сейсмограммаларда узунунан жана туурасынан кеткен толкундардын келиши жетишерлик даана болсо, анда алардын келүү убактыларынын айырмасынын негизинде, толкундун аралыкты өтүү убактыларынын таблицаларынын же годографтардын жардамы менен, эпицентралдык аралыкты (жер титирөөнүн эпицентринен станцияга чейинки аралыкты) тез эле таап алууга мүмкүн. Бирок, эпицентрдин ордун табуу үчүн жалгыз гана эпицентралдык аралык жетишсиз,—анткени эпицентр, борбору станция болгон, эпицентралдык аралыкка барабар радиус менен жүргүзүлгөн айлананын каалаган точкасында жатуусу мүмкүн.

Бир гана сейсмикалык станцияда алынган жер титирөөнүн жазуусу негизинде жер титирөөнүн эпицентринин ордун аныктоо үчүн станциянын үч түзүүчүсүндө (эки горизонталдык жана бир вертикалдык сейсмографтарда), узунунан кеткен толкундун ачык, күчтүү болуп келиши зарыл. Ошондо сейсмограммадан кыртыштын жылыш амплитудаларын баштапкы фазада өлчөп, эпицентрге болгон азимутту, б. а. станциянын меридианы менен эпицентрге болгон багыттын арасындагы бурчту табууга мүмкүн. Азимутту жана эпицентралдык аралыкты билип, сферикалык тригонометриянын формулалары менен эпицентрдин географиялык координаталарын аныктоого, б. а. анын жер бетиндеги ордун табууга мүмкүн.

Эгерде узунунан кеткен толкундун биринчи келишинин жазылышы жетишерлик ачык жана күчтүү болбосо (көп учурларда так ушундай эле болот), б. а. азимуттун чоңдугун табууга болбосо, анда бир станциянын маалыматтары менен эпицентрдин ордун аныктоого мүмкүн эмес. Бул учурда жок дегенде үч сейсмикалык станцияда ушул эле жер титирөө үчүн эпицентралдык аралыктарды таап, жогоруда айтылгандай, ушул эпицентралдык аралыктарды радиус катарында пайдаланып, өзүнө тиешелүү сейсмостанциялардан айлана жүргүзүлөт.

Алардын кесилишкен точкасы эпицентрдин ордун берет.

Эпицентралдык аралыктарды жана эпицентрлердин орундарын аныктоонун дагы башка жолдору бар. Бирок аларга токтолбойбуз, анткени жогоруда көрсөтүлгөн жолдор өтө жөнөкөй жана эң кеңири таралган жолдордон болот.

Жер титирөөнүн гипоцентринин жаткан тереңдиги, бир кыйла кыйыныраак аныкталуучу чоңдук болот. Аны аныктоонун көп жолдору бар, бирок, алардын бардыгы ар бир айрым учурларда кээде гана аткарылуучу бир катар шарттарды сактоону талап кылат. Мисалы, очакка карата ыңгайланып жайланышкан жана очактан 30—80 километр аралыкта жаткан 4 төн кем эмес станциялардын болушу, же жер титирөөнүн башталуу убактысын (t_0) жана бир кыйла көп станцияларда, сейсмикалык толкундардын таралуу ылдамдыктарын билүү талап кылынат ж. б.

Жакын сейсмостанциялардын жазуулары болсо, жер титирөөнүн очагынын жаткан тереңдигин аныктоо үчүн, тиешелүү годографты тандап алуу жолу азыркы кезде эң эле жөнөкөй жана кеңири таралган жол болот. Кыскача ал айланаларды кесиштирүү жолу деп аталат. Бул жол менен жер титирөөнүн эпицентринин орду менен гипоцентрдин жаткан тереңдиги кошо табылат. Ал төмөндөгүдөй болот: бир нече сейсмостанциялардын сейсмограммаларынан S жана P толкундарынын келүү убактыларынын айырмалары боюнча, годографтардан гипоцентрдин жаткан ар кандай тереңдиги үчүн эпицентралдык аралыктар табылып, жогоруда эпицентрдин ордун табууда көрсөтүлгөндөй айланалар жүргүзүлөт. Мыкты кесилиш берген годограф боюнча алынган терендик, каралып жаткан жер титирөөнүн гипоцентринин терендиги үчүн кабыл алынат. Ушул айланаларды кесиштирүү жолу, кээде телесейсмикалык станциялардын жазууларынын маалыматтарынын негизинде, жер титирөөнүн эпицентринин ордун аныктоо үчүн колдонулат.

Телесейсмикалык станциялардын жазуулары боюнча гипоцентрдин жаткан тереңдигин аныктоонун негизги жолу болуп, чагылган толкундар (pP sPsS) менен «P» толкунунун келүү убактыларынын айырмаларын аныктоого негизделген жол аталат. Качан бул айырмалар белгилүү болгондо, тиешелүү таблицалардан гипоцентрдин жаткан тереңдиги табылат. Жер титирөөнү изилдеген кезде жана анын жазылуусун талдаган кезде, жер титирөөнүн эпицентринин же гипоцентринин ордун аныктоо менен гана чектелишбейт. Жер титирөөнүн өзүнүн жаратылышын айкындоо үчүн, жер кыртышынын түзүлүшүн изилдөө жана бир катар башка суроолорду чечүү үчүн билүүгө зарыл болгон дагы башка сейсмикалык элементтер аныкталат. Алар специалисттер үчүн гана кызык болгондуктан, биз аларга

токтолбойбуз.

Жогоруда баяндалган жер титирөөнүн эпицентринин жана гипоцентринин ордун аныктоо жолдору, эң эле начар жер титирөөлөрдү да жазып алуучу сейсмографтардын жардамы менен алынган инструменталдык маалыматтар болгон учурда колдонулат. Күчтүү жер титирөөлөрдө, башкача айтканда макросейсмикалык термелүүлөр деп аталган, адамдар сезүүчү силкинүүлөр болгон кезде, эпицентрдин орду жана гипоцентрдин тереңдигинин жакындатылган мааниси, ошол жер титирөө сезилген райондордо жүргүзүлгөн байкоолордун жана чогултулган маалыматтардын негизинде да алынууга мүмкүн. Эгерде кандайдыр бир күчтүү жер титирөөнүн жер бетинде сезилүүсү жөнүндө жетиштүү сандагы маалымат болсо, анда анын эпицентри изосейсттерди жүргүзүү жолу менен табылат. Изосейста—жер титирөө бирдей күчтө сезилген жерлерди туташтыруучу ийри сызык. Бул убакта көбүнчө туюк ийри сызыктар алынат. Алардын оордук борбору эпицентр үчүн кабыл алынат.

Инструменталдык жана макросейсмикалык маалыматтары болгон жер титирөөлөр, изилдөө үчүн абдан кызык болуп эсептелет. Мындай жер титирөөлөр, геофизикалык башка кубулуштар жана геологиялык процесстер менен байланышта, жер титирөөнү толугураак изилдөөгө мүмкүндүк берип, ал болсо кубулуштун жаратылышын, анын себептерин жана өзүнө таандык закон ченемдүүлүгүн тууараак түшүнүүгө мүмкүнчүлүк берет. Илимий жана практикалык мааниси чоң болгон жер титирөөнү алдын ала айтуу проблемасын чечүү үчүн, мунун бардыгын билүү өтө зарыл.

5. Жер титирөөнү алдын ала айтуу жөнүндө

Жер титирөөнү алдын ала айтуу үчүн, жер титирөө кайсы жерде, кандай күчтө жана качан болорун так көрсөтүү керек. Азыркы кезде, сейсмология ушул суроолордун бардыгына абдан ачык-айкын жооп бере албайт. Ошондуктан сейсмология илими жөнүндө көп учурларда: «Жер титирөөнү алдын ала айта албастан, болуп жаткандарын гана белгилөөчү бул кандай илим» деген сөздөрдү угууга болот. Бирок, жаратылыштын кандайдыр бир кубулушунун пайда болуу себептерин же болбосо ага таандык закон ченемдүүлүктөрүн аныктоо үчүн, бардыгынан мурда өтө узак убакыт ичинде жыйналган көп сандагы эмпирикалык маалыматтардын болушу талап кылына тургандыгын унутпоо керек. Мисалы, азыркы кезде ава ырайын алдын ала айтуу, көп убакыттан бери ар кандай метеорологиялык элементтердин үстүнөн байкоолор болгондуктан гана мүмкүн болду. Азыркы замандагы физика-

нын жана математиканын закондорун колдонуп, ушул маалыматтарды талдоо жана тиешесинче иштетүү аба массаларынын которулуусунун негизги закон ченемдүүлүктөрүн, анда болуучу процесстердин жана аба ырайынын өзгөрүү себептерин айкындоого мүмкүнчүлүк берди. Мына ошондуктан аба ырайын аздыр-көптүр бир топ узак убакытка алдын ала айтуу мүмкүнчүлүгү пайда болду. Ошону менен бирге, аба ырайынын прогнозунун тууралыгын күндөлүк текшерүү, жаңы маалыматтардын чогулушу менен айкындалган закон ченемдүүлүктөргө тиешелүү оңдоолорду киргизүүгө жана андан да тагыраак прогноздорду берүүгө мүмкүнчүлүк берет. Биз изилдөөчү табияттын кубулушу — жер титирөө бир кыйла татаалыраак, анткени анын пайда болушу тикеден-тике байкоо жүргүзүү үчүн жете албай турган тереңдиктеги жердин ичинде болуучу процесстер менен байланышкан. Мындан башка, адамзатка жер титирөө көптөн бери белгилүү болсо да, аны үзгүлтүксүз изилдөө жакын арада эле башталды. Мисалы, бизде, Советтер Союзунда, инструменталдык маалыматтардын негизинде жер титирөөнү изилдөө болжол менен 50 жыл мурун башталды. Бул мөөнөт, табияттын жер титирөө сыяктуу татаал кубулушунун закон ченемдүүлүгүн табуу үчүн, эң эле аз. Эгерде ушул убактын ичинде болуп өткөн эки дүйнөлүк согушту жана граждандык согушту эсепке алсак, бул мөөнөт андан да аз болот. Анткени, ошол согуштарда сейсмикалык станциялардын бир бөлүгү такыр катардан чыгып, башкалары убактылуу өзүнүн ишин токтоткон болучу.

Регионалдык сейсмикалык станциялардын тармагы СССРде биздин жүз жылдыктын 30 жылдарында өнүгө баштады. 1929 жылы Орто Азияда регионалдык сейсмикалык станциялардын тармагынын иштей баштаган жылы деп эсептөөгө болот, себеби ошол жылдан тартып ушул райондо жер титирөөлөр жөнүндө инструменталдык маалыматтар бар. Мындан башка өткөн убактарда болгон күчтүү жер титирөөлөр жөнүндө макросейсмикалык маалыматтар бар. Бирок аларды изилдөө, үзгүлтүксүз изилдөөлөр мүнөзүндө болгон эмес. Кыйроолорго жана өлүк-житике алып келүүчү күчтүү жер титирөөлөр, адатынча изилдөөчүлөрдүн кең чөйрөсүнүн көңүлүн аз гана убакытка бурган. Эпицентралдык областарда, кырсыкка учураган райондордо текшерүүлөр жүргүзүлгөн жана жер титирөөнүн натыйжасында жер бетинде пайда болгон өзгөрүүлөрдүн аздыр-көптүр толук сүрөттөлүшү берилген. Мындан кийин, жер титирөөгө болгон кызыгуу тез эле жоголуп, алар жөнүндө келерки күчтү жер титирөөгө чейин унутушкан. Өткөн убактарда болгон күчтүү жер титирөөлөр жөнүндөгү маалыматтар, өзүнүн үзгүлтүктүү мүнөздө болгондугуна карабастан, азыркы кезде чоң мааниге

ээ болушат, анткени сейсмикалык райондоштуруунун карталарын түзгөн кезде, алар тигил же бул руйондун максималдуу (эң чоң) баллдуулугун белгилөө үчүн көп убакыттарда баштапкы негизги материал болушат. Тилекке каршы, Орто Азиянын территориясында болгон күчтүү жер титирөөлөр жөнүндө мындай маалыматтар эң аз жана алар эң кыска убакыт үчүн гана бар. Кыргызстандын территориясы үчүн, алар андан бетер аз. Ошондуктан, азыркы кезде сейсмикалык станцияларда алынуучу инструменталдык маалыматтар, Орто Азия районунун сейсмикалык аракетин изилдөө үчүн негизги материал болушат.

Жер титирөөнүн жазууларынын негизинде аныкталуучу негизги сейсмикалык элементтердин тактыгы регионалдык сейсмикалык станциялардын тармагынын ишинин башталышында, сейсмикалык маалыматтар менен геологиялык маалыматтарды салыштыруу үчүн жетишсиз эле. Аппаратуранын жетишсиз сезгичтигинин жана сейсмикалык станциялардын аз санда болушунун натыйжасында, аппаратура белгилеген жер титирөөнүн саны анча көп эмес эле. Алардын саны 1950 жылдан кийин абдан көбөйдү, башкача айтканда Советтер Союзунун бир канча шаарларында азыркы күндөгү өтө сезгич аппаратура менен жабдылган сейсмикалык станциялар ачылгандан кийин гана өстү. Негизги сейсмикалык элементтерди аныктоо тактыгы бир топ жогорулады жана мурун аныкталбаган бир катар маалыматтарды эсептеп чыгаруу мүмкүнчүлүгү пайда болду. Жыл сайын белгиленген жер титирөөлөрдүн көп саны, негизги сейсмикалык элементтерди аныктоо тактыгынын жогорулашы жана жер титирөө башталган кездеги очагда болгон процесстерди кайрадан өткөрүү мүмкүнчүлүгү, геологиялык жана башка маалыматтарды эске алуу, жер титирөө прогнозунун маселеси жакын арада толугу менен чечилиши мүмкүн деп ишенүүгө мүмкүнчүлүк берет.

Жер титирөөнү алдын ала айтуу, маселесине кирген 3 суроонун экөө, жакындатылган маанисинде чечилди. деп эсептөөгө болот анткени, жер титирөө кайсы жерде жана болжол менен анын күчү кандай баллда болорун көрсөтүп бере ала турган сейсмикалык райондоштуруунун схемалары бар. Ар кандай райондордо жер титирөөлөрдүн кандай күчтө боло тургандыгы жөнүндөгү бул маалыматтар жана сейсмикалык райондордо курулуш жүргүзүү жөнүндөгү жобо, сейсмикалык коркунучтуу райондордо белгилүү күчтөгү жер титирөөлөр болгондо кулабай турган конструкциядагы имараттарды курууга мүмкүнчүлүк берет. Антисейсмикалык эрежелер так аткарылып курулган имараттар күчтүү жер титирөөдө кулабай, тургандыгын көрсөткөн мисалдар азыркы күндө

аз эмес. Демек, жер титирөөнүн оор натыйжалары бир топ азайтылат.

Кийинки убактарда жер титирөөнүн болуу убактасынын да алдын ала айтуу боюнча япон сейсмологдору кээ бир оң натыйжаларды алышты. Штольняларда жана туннельдерде жайлаштырылган түрдүү системалардагы деформометрлер (деформацияларды ченөөчү курал) жана наклономерлер (жердин үстүнкү кыртышынын кыйшаюусун чөнөөчү курал) менен жердин кыртышынын деформацияларын изилдегенде, алар күчтүү жер титирөө өзүнүн башталышынан бир нече ай мурун эле деформациялардын белгисин өзгөртөт деген корутундуга келишти. Белгинин бул өзгөрүшү, жер титирөө келип чыккан жерге жакын аралыктарда жайлаштырылган куралдардын жазмаларында табылган.

АДАБИЯТТАР

1. Бончковский В. Ф. Жер титирөөлөр жана аларды изилдөөнүн жолдору. СССР Илимдер Академиясынын Басмасы, Москва—Ленинград, 1949 ж.
2. Горшков Г. Г. Советтер Союзунун территориясындагы жер титирөөлөр географиялык адабияттын Мамлекеттик Басмасы, Москва 1949 ж.
3. Маслов Н. Н. Инженердин геология, курулуш жана архитектура адабиятынын Мамлекеттик басмасы, Москва, 1957 ж.
4. Саваренский Е. Ф. жана Кирнос Д. П. Сейсмологиянын жана сейсметриянын элементтери, технико-теоретикалык адабияттын Мамлекеттик Басмасы, Москва, 1955 ж.
5. Саваренский Е. Ф. Японияда сейсмология боюнча иштер жөнүндө, СССР Илимдер Академиясынын кабарлары, геофизикалык серия, Москва, № 12, 1957 ж.