

## **15-Д. Геодинамикалық полигондар. Қауіпті геодинамикалық процестерді зерттеудің заманауи геодезиялық технологиялары.**

### **1. Геодинамикалық зерттеулердің түсіктемесі**

Геодинамика қазіргі геодезия Жердің ішкі және сыртқы динамикасының ғылымын анықтайды, астрономияда, геодезияда, геологияда, геохимияда, геоморфологияда дамытылады және басқа Жер туралы және жер айналысындағы кеңістікті ғылымдарда анықталады. Геодезия геодинамикалық құбылыстарды зерттейді, ол Жердің планеталық эволюциясымен байланысты. Геодинамикалық зерттеулердің пәні болып: масса орталығында полюстер қозғалысы, Жердің бірқалыпты айналмауы Жер қабатының деформациясы және литосфералық плиталар, теңіз және мұхиттардың деңгейі мен жаға сызығының өзгеруі, оның фигурасының және физикалық өрісінің уақытша өзгеруі есептеледі.

Осы уақытша геодинамикалық аспектілер геодезияда жер беті және Жер серіктік астрономиялық-геодезиялық бағдарламаларды және гравиметриялық жұмыстарды өңдеуде анықталатын фактор болып келеді.

Масса орталығында полюстер қозғалысы, Жердің бірқалыпты айналмауы, жер қабатының және литосфералық плиталардың деформациясы, теңіздердің және мұхиттардың жаға сызықтарының өзгеруі, дене массасының және Жер бетінің ауысуы, оның уақытша өзгеруі және фигурасы және физикалық алқабының өзгеруі, бұл негізгі құбылыс бастамасы, геодинамикалық зерттеулердің пәні болып келеді.

Планетарлы және регионалды масса асимметриясы Жердің бетінде және денесінде, гидросфера және атмосфера, ал тұрақты қозғалыста болады, Жер Ай-Күн ғарыштық үшеулікте кеңісті-уақытшалық гравитациялық бір-біріне ықпалының өзгеруі Жер айналуының параметрлерінің өзгеруі және литосфералық плиталар Жердің өз түрінде динамикасының инерция орталығына қатысады.

Жалпы геодинамикалық спектр көрінісі көпсалалы; планетарлы, барлық планетаға қатысты; регионды, континент шегінде болады немесе литосфера плитасында болады; облысты, 1-3 мың км территориясында, 50...500 км радиуста локальды түрде таралады.

Геодинамикалық көріністер ішкі және сыртқы болып бөлінеді, ал уақытша шкала бойынша – ғасырлық, ұзақ және қысқа периодтық, тұрақты (регулярлы) емес болып бөлінеді.

Қазіргі геодезияда негізгі объект ол Жердің сыртқы динамикасы оны сипаттайтын параметрлер жер беті және Жер серіктік астрономиялық геодезиялық және гравиметриялық бақылаулар жолымен анықталады.

Жер көрінісінің ең сипатталатын жері – бұл материктер және мұхиттардың планетарлық асимметриясы. Оңтүстік полюсте ең биік континент – Антарктидада орналасқан, ал Солтүстік полюсте Солтүстік мұзды мұхит ауданына тең. Тынық мұхиттың ойығына (впадина) Африка материгінің бедері жауап береді.

Жер бедері экватор жазықтығына қатынасты ассиметриялы, 1050 меридиан жазықтығында да шығыс ендігінде. Бұл меридиан жазықтығында жер полюсінің ғасырлар бойғы бағыттары анықталған.

Құрлықтың және мұхиттың планетарлық ассиметриясы, Жер бедері, гидросфера және атмосфера, тұраққозғалыста болатын Жердің өз айналуында планеталары ықпалымен және Күн-Жер-Ай ғарыштық жүйеде гравитациялық өріс ауысады.

Қазіргі кездегі астрономиялық-геодезиялық өлшеулер арнайы бағдарламалармен планетарлы және регионалды масштабта орындалатын және қатаң түрде математикалық әдістерде өңделетін, жер қабатына және литосфералық плитаға жоғары баға береді. Аспан денелерін лазерленген әндеп және радионтерферометрмен бақылағанда Тұнық мұхиттың литосфералық Евразияны қосқанда 7 см жылына құратынын, ал Солтүстік Америка мен Еуразия плиталарының қозғалу жылдамдықтары 10 см жылына жақын екендігі орнатылды. 1992-2001 жж. Бішкектегі ОНВТ РАН ғылыми станцияларда американдық, қырғыз, өзбек ғылымдарымен бірігіп 800 пунктте GPS- бақылаулар жүргізген, онда қырғыз бетіндегі Тянь-Шань тауының көлденең жалпы сығылуы бойлық полюсте жылдамдықпен жүреді.  $75-76^\circ$  13 мм/жыл

Периодты түрде жаңартылған дәл нивелирлер Жер қабатының тігінен қозғалысын байқады. Алматы қаласындағы аудандарға жер қабатының максимум тігінен қозғалуы 10 см/жыл тіркелген.

Жер интенсиві бойынша 400-1000 жеті және сегіз балды және де 10-15 тоғыз балдық жер сілкіністері болып тұрады, олар көлденең және тік қозғалыстармен жүріп отырады.

Жер динамикасы жер полюсінің қозғалысынан және оның айналуының бір қалыпты еместігінен шығады. Жердің осьтік айналуы кеңістікте өзгеруі өте үлкен.

Бірінші жақындауда үлкен жарты осьтің айналуы кеңістікте өзгеруі өте үлкен

Бірінші жақындауда үлкен жарты осьтің жылдық өзгеруі орнатылған  $a = -0,01$  м, полярлы сығылу  $\alpha = -1 \cdot 10^{-9}$  м, Жердің орталық массасының ауысуы  $dr = 0,02$  м/жыл. Полюстің ғасырлық қозғалысы  $70^\circ$  з.д меридиан бойынша 0,1 м/жыл құрады. Жер полюсі 436.5 тәулікте радиус бойынша 15 м толық айналым жасайды, ал 1 тәулікте – радиус бойынша 0,005 м толық айналым жасайды.

## **2 Геодинамикалық зерттеулер үшін Жер серіктік позициялық жүйелерді қолдану**

Қазіргі кездегі ғарыштық геодезия техникасы геодезиялық тірек тораптарының құру есептерін және Жердің ориентациясын және айналу параметрлерін анықтау. Осыған қарамастан бұл есептердің актуалдығы біздің кезде сақталып келеді. Берілген есептерде планета бетінде құрастырылып және Халықаралық жер тірек жүйесінің координаттары (ITRF) дамылған, жер бетіндегі торап пунктерде бекітілген мүмкіндігі бойынша бір қалыпты жер бетінде жайылған және жер қабатында арнайы геодезиялық маркалармен фиксирленген.

Берілген торап қазіргі кездегі геодинамикалық зерттеулердің бас талаптарын қанағаттандыру керек: Жер бетіндегі фундаментальды координаттар жүйесін  $10^{-10}$  дәлдігіне құру және сақтау (немесе 6 мм).

Тораптың қаттылығын және қозғалыс фиксациясын ұстап тұру үшін оның әр континентальды плитасында 3 станция орнатылуы керек.

Бұл станциялар плитаның тұрақты жерлерінде орнатылуы керек.

Жоғарғы дәлдікті өлшеу әдісі Жер серіктік геодезияда мынаны көрсетеді ITRF координат жүйесінің басы Жер орталығында қатысты ауысады.

Жер туралы ғылымда фундаментальды есептерді шешу кезінде оның қатарында жер сілкінісін анықтайтын жерді дайындау, облысты бөліп көрсету мүмкіндігі қозғалыс деформациясының жылдамдығының максимум өзгеруін байқауға болатындай бөлу өте қажет.

Соңғы уақытқа дейін жер қабатының қозғалысын GPS бойынша өлшеу көбінесе көлденең құраушылар 6-7 күндік өлшеулер кезінде жоғарғы 2-3мм дәлдікпен өлшенеді. Осы уақытта тік компонент 7-10мм қателікпен өлшенетін еді. Тораптың күндегі жұмысы IGS тор станцияларында тұрақты әсер ететін ол GPS спутниктік жүйесінің орбитальды моделін белгілеуге мүмкінді беретін еді, нәтижесінде екі-үш рет координаттар станциясының тік құраушыларында дәлдігі де өсті.

Халықаралық GPS – IGS геодинамика үшін тор 300 тұрақты қозғалыста болатын пунктерді есептейді, олардың 16 Ресей территориясында және 10 ТМД мемлекетінде орналасқан.

ITRF жүйесіндегі халықаралық жер есеп алу мониторингі, тектоникалық плиталар мониторингін қосатын, Жер айналу параметрлерін, GPS және ГЛОНАСС спутниктер қозғалысы;

Региональды геодинамикалық тораптар 100-1000 км өлшемінде болады.

Жер бетінің локальды геодинамикалық мониторингі, су деңгейі, жанартаулар жұмысы және т.б. (торап өлшемдері 100 м болады) жүргізіліп отырады.

Жер бетінің GPS көмегімен ғаламдық мониторингіті халықаралық геодинамикалық қызмет көрсетулер орындалды (ХГК). ХГК 1993 ж. құрылған, ол әлемдік тұрақты тораптарды біріктіріп GPS арқылы бір торапқа құрылады.

Қазіргі кезде 500-дей негізгі станциялар және 200 функционалды станциялар жұмыс істелді. Тораптардың тығыздығы бір тегіс емес көбі Батыс Европада, АҚШ. Ресей территориясында екі станция бар – Менделеев және Иркутск.

Региональды және локальды торап мониторингімен бақылау әдетте циклдермен немесе үзіліссіз, немесе аралас технологияларымен жүргізіледі.

*Циклдік бақылаулар “кампаниялар”.* Геодезиялық торап белгіленген уақыт арасында бірнеше қозғалу қабылдануларымен ауыстыру және бақылау күндерінің кестесі бойынша орнатылған.

*Үзілмейтін бақылаулар.* Станция торабын жалғастырылған уақыт арасында үзіліссіз бақыланады. Ғаламдық деңгейде дамитын GPS – торабы жалпы жер шары жүйесінің есептеріне рұқсатты қамтамасыз ететін станция болады, Жер ориентирінде параметрлер және дәл Жер серіктік эфимеридтерге. Аймақтық

денгейде үзіліссіз мониторинг өрісті түсірістерге базалық өлшеулерді жобалауды есеп беру жүйесімен байланыстырып қамтамасыз етеді. Мұндай тораптардың Онтүстік-Калифорниялық GPS – құрамы және Жапониядағы халықтық GPS массиві немесе торабы деп аталатын екі түрі бар. Бірінші тор Солтүстік-Америкада және Тынық мұхит тектоникалық плитасында активті қозғалыстағы ауданда орналасқан, екіншісі – орта арақашықтықпен 30 км болатын 1000 пункттен тұрады және Жапония территориясында жылдамдық станциясынан бақылайды.

*Аралас геодезиялық өлшеулер.* Аралас өлшеулерде алқап қабылдағыштары өзінің тұрған орнын жұмыс істеп тұрған массивке қатысты орындалды. Шетелдерде бұл технология MOST (Multimodal occupation strategy) атауын алған.

Аймақтық геодинамикалық тораптарға Орталық Европадағы геодинамикалық торап жатады. Ол 11 мемлекеттің 31 станциянын қосады. Оның 7 станциясы МГТ глобалды торабына кіреді. Бақылаулар 5-6 тәулікті сеанстар циклдармен аралығы 30 секунд болатын бақылауларда жүргізіледі. Пункттар арасы 300-500 км болғанда орташа квадраттық қателік станциядағы ендікте және бойлықта тәулігіне 1-2 мм құрады, ал геодезиялық биіктіктерге 5 мм тең.

Жергілікті геодинамикалық тораптарды негізінен компанияларда көп мөлшерде құрады. Мысалы, Тюмен облысындағы Губкин торабы. Тораптың мақсаты –жергілікті жерді пайдалану процесінде Жер бетінің деформациясын бақылау.

Бірінші ретті есептері бұл стационарлы емес Жердің фигурасын және физикалық өріс зерттеу. Қазіргі кездегі геодинамикалық зерттеулер астрономиялық-геодезияда Жерді зерттеуді дамытудағы ХХІ ғасырдың болашақтық бағыты болып есептеледі.

### **3 Геодинамикалық полигондар**

Соңғы жылдары жер бетінде күшті, кейбір жерлерде апатты геодинамикалық жағдайлардың тіркелгендері белгілі. Бұл жағдайлар жерсілкіністер, тау жыныстары мен жер қабаты жарылымдарының қозғалысы, жер бетінің шөгуі сияқты түрде көрініс береді. Әсіресе мұндай құбылыстар мұнай-газ және тау-кен өндіріс орындары күшті дамыған аймақтардағы геологиялық органың геодинамикалық тәртібінің бұзылуынан болады.

1990 жылдары геодинамика мәселелерін шешу үшін Халықаралық GPS қызметі (IGS) құрылған болатын. IGS қызметіне ғаламдық тіректік геодезиялық торапқа кіретін пункттердегі үздіксіз жерсеріктік бақылауды ұйымдастыру жауапкершілігі жүктелген. Мұндай мониторинг, қарастырылып жатқан пункттерді см-лік және мм-лік дәлділікте жылжуын бақылауға арналған. Бұл құрылықтар мен ашық мұхитта орналасқан жеке аралдардың пайда болуы нәтижесінде әрқашан жаңарып тұратын қозғалыс картасын жасауға мүмкіндік береді.

Мұндай ақпарат – жердегі референцтік нүктенің нақты орнын анықтауда және жер қыртысында жүріп жатқан процестердің тектоникалық белсенділігін зерттеу кезінде үлкен қызығушылық танытады. Мұндай зерттеулерді жүргізу

процесінде зерттелетін аймақтағы «тұрақты» тірек нүктелерін теңестіру қажеттілігіне байланысты, маңызды қиындық пайда болды. Онда тірек нүктелерге қатысты айқындалған жылжулар тіркеп жазылады. Бұл проблема – жеке зерттеулер нысаны болды.

Жер қабатының қазіргі заманға сай қозғалысы заңдылығын зерттеу үшін Қазақстан Республикасының оңтүстік және шығыс өңірлерінде геодиникалық полигондарда жыл сайын жоғары дәлдікті геодиникалық өлшемдер жүргізіле бастады. Жер сілкінуіне икемділікті ескере отырып, республикамыздың барлық аумағы бойынша батыс және орталық өңірлерде геодиникалық полигондар (ГДП) құру қажеттігі туды, өйткені Қазақстанның сейсмобелсенді аумақтары мен Каспий маңы өңірлері жоғары дәлдікті геодезиялық өлшемдермен толық қамтылмаған.

Сол себептен де, біріншіден, Республиканың оңтүстік және шығыс өңірлерінің жер бетінің қазіргі кездегі қозғалысының зерттеуде, жыл сайын геодиникалық полигондарда жоғары дәлдікті геодезиялық өлшемдер жүргізу, екіншіден Республиканың барлық территориясы жер сілкінісіне шалдыққыш екенін есепке ала отырып республиканың батыс және орталық өңірлерінің геодиникалық полигондарын қалыптастыру, дәлірек айтқанда Атырау, Батыс Қазақстан, Ақтөбе, Маңғыстау облыстарында жаңа геодиникалық полигондар жасау жолымен республиканың батыс өңірлерінде геодиникалық полигондар желісін кеңейту, жаңа технологиялар енгізу, қазіргі заманға сай жабдықтар мен бағдарламалық қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр.

Сондай жұмыстардың бірі 2001-2005 жылдар аралығында «Теңіз» мұнай-газ кенорны территориясы жер қабатының қазіргі заманға сай қозғалысын анықтау үшін ҚазҰТУ жүргізген геодиникалық мониторинг. «Теңіз» геодиникалық полигонындағы мониторинг GPS жерсеріктерін пайдалану арқылы жүргізілді (23 сурет). Жерсеріктік әдістерді пайдалану - жоғары дәлдікпен пункт координаталарын жедел алуға және жер қыртысында жүріп жатқан динамикалық процестерді едәуір толық зерттеуге мүмкіндік береді.



«Теңгиз» геодиникалық полигоны 100 реперден (пункттер), оның 5 сейсмологиялық, 5-жарық қашықтық өлшеушілік және 10 ТИМ –нен тұратын жеті

негізгі профилдік сызықтарды құрайды. ГДП-дағы бақылаулар жылына екі рет (көктемгі және күзгі мезгілдерде) және сейсмологтардың болжаулары бойынша қосымша өлшеулер де жүргізіліп отырылды.

2001-2004жж. GPS аппаратуралары арқылы жүргізілген мониторинг нәтижесінде жер бетінің шөгуге техногендік және сейсмотектоникалық құрастыруларға бөлу әдістемесі апробациядан өтіп, «Теңізшевройл» өндіріс орнында іске асты.

Мұндай жеке геодинамикалық полигондағы зерттеулер бүкіл жер шары шеңберінде жер қыртысының кәзіргі замандағы жылжуын зерттеуге мүмкіндік ашады. Ол «статистикалық» геодезиядан «динамикалыққа» өтуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, мұндай жұмыстар зерттелетін аумақ өлшемін әрі қарай шектеу – ірі инженерлік ғимараттар құрылатын және пайдаланылатын жердегі, оның аймақтарындағы, ірі қалалардың жер бетінің деформациясын зерттеуге алып келді. Қалалардағы жер бетінің қауіпті деформациясын бақылау маңыздылығы ең алдымен, адамның геодезиялық құрылымға қарқынды әсер етуіне байланысты әр түрлі бұзылулардың артуынан туындаған. Бұған – жер қойнауын игеру, жерасты суының деңгейін өзгерту, көлік ағындарының әсерінен болатын вибрациялардың артуы жатады. Қалалар мен жеке өнеркәсіп объектілеріндегі әр түрлі бұзылулардың алдын алу мақсатында, мамандандырылған геодинамикалық тораптар құрыла бастады. Олардың пункттерінде максимальды түрде жетілген дәлділік деңгейдегі жүйелі жерсеріктік бақылау ұйымдастырылады. Мұндай тораптарда өлшеулер жүргізілген кезде тек мүмкіндігі жоғары өлшеу дәлдігін қамтамасыз ету ғана емес, нақты жылжу мәнін тектоникалық және техногендік құраушыларға қажеттілігі туады. Бұл мәселерді шешу үшін де арнайы мониторингтік зерттеулер ұйымдастырылуы қажет.

Сейсмикалық қауіптілікті болжауға қажет мәліметтерді алу үшін сейсмоактивті аудандарда Жер қыртысының қозғалыстарын зерттеу – геодинамиканың маңызды мәселелерінің бірі. Жер сілкінісінің хабаршыларын зерттеу, болжамдақ геодинамикалық полигондар (ГДП) деп аталатын арнайы полигондарда жүргізіледі. **Геодинамикалық полигон** дегеніміз – ол жер бетінің деформациялануын анықтау мақсатымен геодезиялық, геофизикалық бақылаулардың кешені жүргізілетін арнайы таңдалған территория.

Жер қыртысының осы күнгі қозғалыстарын геодезиялық әдістермен (аймақтық немесе жергілікті жерде) зерттеу геодинамикалық полигондарда жүргізіледі. Үлкен масштабты зерттеулер жүргізілетін территорияларға қарағанда, геодинамикалық полигондардағы бақылаулар сейсмикалық жағынан қауіпті ( күшті жарылымдары бар, жеке геологиялық блоктардың түйіскен және т.с.с.) жерлердегі шағын аймақтарды қамтиды. Геодинамикалық полигондар жоғары сапалы геодезиялық және геофизикалық аспаптармен жабдықталған, олар биіктіктерді, кеңістік координаталарын, гравитациялық және басқа да өрістерді дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді. жоғары

Геодинамикалық полигондардың әдістемелік жағынан алғанда үлкен ерекшелігі - жұмыс шағын аймақтарды қамтыса да, ондағы өлшеулер сапасының

жоғарылығы және жылдамдығы, яғни әртүрлі аспаптық тәсілдер кешенін жиі қолдануы.

Сөйтіп, жер қыртысының геофизикалық алаңдарын, құрылымы мен бедерін өлшеулер арқылы жер бетінің деформациялануын өте жоғары дәлдікпен егжей-тегжейлі зерттеуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, ГДП жер беті бедерінің экзогендік деформацияларының динамикасы мен тектоникалық текті деформациялардың жүйесіздік сипаттамасын жан жақты зерттеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, геодинамикалық полигондардың ғаламдық маңызды мәселелерді шешуде де ықпалы зор. Мәселен, ГДП жүйесі күрделі тектоникалық блоктардың түйіскен зоналары бойынша негізгі қозғалыстардың уақыт аралығы мен кеңістіктегі өзгерістерін зерделеуге де мүмкіндік жасайды.

Пландық және биіктік геодезиялық құрулар пункттерін ГДП да орналастыру әртүрлі геодезиялық және геофизикалық мәселелерді шешуді қамтамасыз етеді. Геодезиялық құрулар *жергілікті*, *аудандық* және *аймақтық* болып үш түрге бөлінеді. Тектоникалық жарылымдар бар жерде құрылған геодезиялық құруларды - *жергілікті*, күшті жер сілкіністер эпицентрі бар жерлерде – *аудандық*, ал күрделі геологиялық құрылымдардағыны – *аймақтық* деп атайды.

Жергілікті және аудандық пландық тораптар бұрыштық, сызықтық бұрыштық және сызықтық түрлерде құрылады. Мұнда қабырғалардың ұзындығы орташа 1,5 км дей болса, онда бұрыштық тораптар құрылады. Қабырғаның орташа ұзындығы 1,5 км ден 10 км дейін болса, онда сызықтық бұрыштық және қабырғаның орташа ұзындығы 10 км артық болғанда - сызықтық тораптар құрылады.

Жергілікті және аудандық биіктік тораптары трассаларда 1- және 2-кластық сызықтар түрінде немесе перметрлері 40 км ге дейінгі және одан асатын полигондар түрінде құрылады. Аймақтық учаскелерде 1- кластық сызықтары 400-1000 км полигондармен құрылады және 2-кластық ұзындықтары 300-600 км полигондармен құрылады.

Жергілікті құруларда пландық және биіктік жүйелердің пункттері сәйкес келуі мүмкін. Бірыңғай координаталар жүйесін алу үшін, ГДП дағы геодезиялық мемлекеттік тораптар мен биіктік нивелирлеу тораптары пункттер біріктіріледі.

Жер сілкіністерін болжау үшін болжамдық геодинамикалық полигондар құрылады. Олар жер сілкінісі болатын кездер туралы мағлұмат береді. Полигонның контуры жер сілкінісінің жағдайы изосызықтары (тең тербеліс сызықтары) бойынша анықталады.

Қазіргі кездегі сейсмикалық активті аймақтарда құрылған геодинамикалық полигондар, қалыптан тыс жылдамдықтағы қозғалыстардың территориясын кешенді зерттеулер жүргізу арқылы анықтайды және болжайды. Батыс, Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан, оның ішінде Алматы ТМД елдеріндегі ең қауіпті территориялар қатарына жатады.

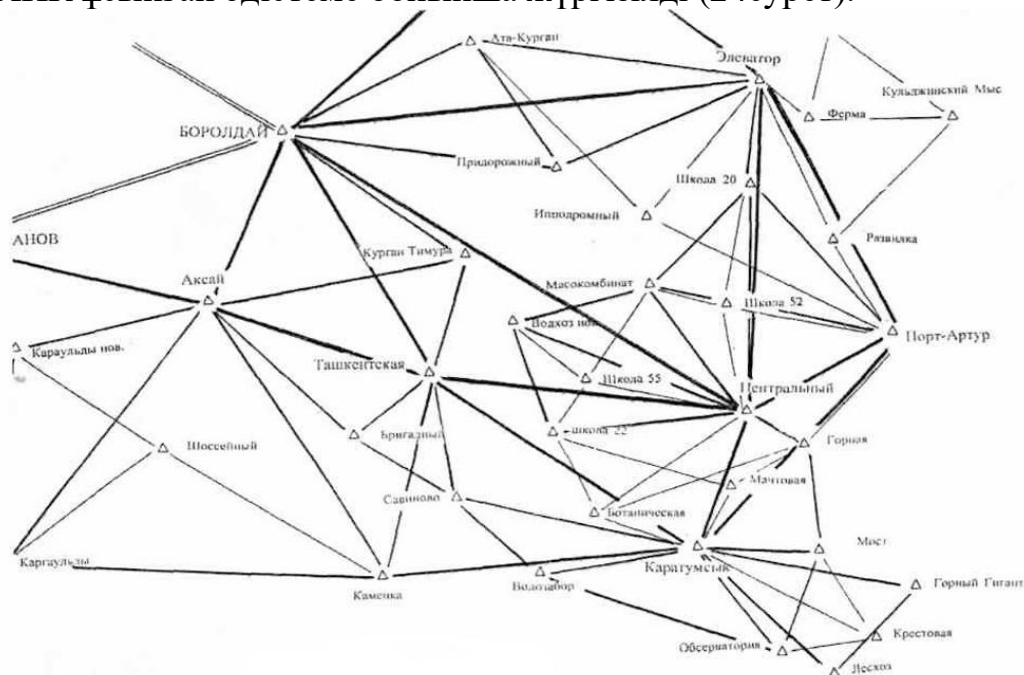
Жер қыртысының осы заманғы қозғалыстарын (ЖОЗҚ), күшті жер сілкініудің хабаршыларын зерттеу және ЖОЗҚ бақылаудың әдістемесін жетілдіру үшін, Қазақстанда 1971-1972 жылдары Алматы геодинамикалық полигонын

құрылды. Аймақтық жағынан қарағанда полигон Іле Алатауының солтүстік жарының ортасы мен жотасының ең биік бөлігінің Іле тауы арасындағы ойпатына қосылған және Алматы қаласының аумағында орналасқан. Полигонның территориясы Алматы, Іле, Боралдай және басқа да терең бұзылыстар сияқты үлкен құрылымдық блоктардан тұрады, олар одан да жоғары қатардағы геологиялық бұзылыстармен байланысқан. Блоктардың өздерінің жарылым жүйелері бар. Жарылымдардың өзара байланысы мен оның әсерінен жер қыртысы қабатының ауысуы аймақтағы тектоникалық бұзылыстардың жүйесін құрады және де осы күнгі горизонталь және вертикаль қозғалыстардың тәртібін анықтайды.

Алматы геодинамикалық полигонының ерекшелігі – оның пландық және биіктік тораптары жер қыртысының осы заманғы қозғалыстарын (ЖОЗҚ) зерделеу үшін құрылған. ЖОЗҚ зерттеу – Алматы полигонында жүргізілетін, нивелирлік және сызықтық-бұрыштық өлшеулерден, еңкіш деформографтік және жерсеріктік бақылаулардан тұратын кешенді жұмыстардың бір бөлігі.

Бақылау тораптарын таңдау қиын да жауапкершілігі мол мәселе, оған полигоннан алынатын барлық мәліметтер тікелей байланысты.

Полигонның нивелирлік торабы меридианальдық трассалар мен тұйықталған ендік жүрістердің жүйесінен құрылған және 200 км<sup>2</sup> аланды алып жатқан 12 полигоннан тұрады. Бұл торап 1967 жылдан бері нивелирленуде және осы аралықта 20 рет қайталанған өлшеулер жүргізілді. Іле ойпатының солтүстік жағы мен Дмитриевка аулы арқылы өтетін ендіктен басталып Кіші және Үлкен Алматы өзендерінің шатқалы бойынша жүретін Медеу ендігімен аяқталатын нивелирлік сызықтардың жалпы ұзындығы 200 км және онда іргелі 200 репер салынған. Нивелирлеу жұмыстары 1-кластық жетілдірілген бағдарлама және ЦНИГАИК ұсынған әдістеме бойынша жүргізілді (24сурет).



24 сурет – Алматы геодинамикалық полигонының сызықтық бұрыштық торабы

Жүргізілген жүйелі бақылаулар нәтижесі жоғары градиентті вертикаль қозғалыстардың бар екендігін және олардың сейсмикамен байланыстылығын айқындады. Әсіресе, осы бақылаулар ішінде созылған меридиандық сызықтардағы нәтижелер өте қызушылық туғызды. Геодезиялық бақылаулар полигон аумағындағы жер қыртысының әжептәуір қозғалыстарын анықтады, мәселен вертикаль қозғалыстардың жылына 20 мм екендігі әлемдік қозғалыстан 4-5 рет асып кеткен. Ең көп тараған қозғалыстар: Алматы ойпаңының оңтүстікке қарай еңкейгендігі және Іле Алатау қыратының солтүстікке қарай бүгілгені.

Сызықты-бұрыштық торап сұлбасы тектоникалық блоктармен байланысты. Жобалы геодезиялық торап қабырғасы орташа 7,7 болады, 21 пункттен тұрады, 515 км<sup>2</sup> ауданды жобалы. Сызықты және бұрыштық өлшеулерден басқа II класты нивелирлеумен және астроанықтаулармен қамтылған.

Сызықты бұрыштық тор 21 пунктті құрайды жалпы Чиі қаратының оңтүстік бөлігін алып жатыр, тау алдындағы бүгілген және Іле Алатау жотасының етегін алып жатыр. Пункттер әртүрлі тектоникалық блоктарда орналасқан тораптан екі түйінді атап көрсетуге болады: бірінің тау алды арасынан бағыты бар және 7 тектоникалық блокты қияды; екіншісі- тау алды шатқалы арасында 5 блокты қияды. Ықтимал қателіктерді болдырмау үшін, үлкен торапта тұрғызылған, 3 локалды төртбұрыш 2,2-5,4 км қабырғаларымен тұрғызылды. Олардың төбелерінің бір бұзылыстарда, ал екеу-басқа жағында орналасқан. Олардың өзара тұрақтылығын бақылау мүмкіндігі туады, ал ұзындықтың кішірею өзара жағдайының дәлдігін анықтайды.

Алматыдағы ГДП да көлденең бақылаулары үшін екі геодезиялық төртбұрыштың сызықты-бұрыштық торабы қолданылған, олар Верненский жер сілкінісіндегі эпицентрлік зонада орналасқан.

Бақылау нәтижелері полигонның әр бөлігінде деформацияланудың әртүрлі көрністерін көрсетті. Полигонның бұл бөліктерінің шекаралары нольдік изосызықтармен белгіленген және олар Алматы мен Тауалдынғы жарылымдармен шектелген. Полигонның бір бөлігінің бүгілуі Алматы депрессиясы процесінің жалғасы болып келеді, ал екінші зонадағы қозғалыс –ол Іле Алатау қыратының көтерілуінен туындайды.

Адамзаттың табиғи ортаға тигізіп жатқан техногендік әсері тек экологиялық тепе-теңдікті бұзып қана қоймай, аумақтағы геодинамика процесіне де зор әсерін тигізеді. Адамзаттың инженерлік қызметінің әсерінен, яғни үлкен аумақтарда тау-кен жұмыстарын жүргізудің жер сілкінулерге әкелетіндігі әлемдік практикадан белгілі.

Техногендік полигондар кен орындарын игеру және жерасты суларын пайдаланатын аумақтарында құрылады. Мәселен, жерасты суларын, мұнай мен газдарды, шахта қызбалары және т.б. шығарудағы инженерлік қызмет жер бетінің сырғуына және жылжуына әкеліп соғады.

Бірнеше мәліметтер келтірілік. Мәселен, Донбасс, Мәскеу, Қарағанды және басқа көмір бассейндері төңірегінде жер бетінің 2 м–ден аса төмендегені байқалды. Жер бетінің шөгуді тек тау-кен жұмыстарының әсерінен ғана емес,

жерасты суларын үздіксіз пайдаланудан туындауда. Жер бетінің шөгуімен қатар, кейбір жерлерде жоғары көтерілулер де байқалады.

Сумен қамтамасыз етуге байланысты жерасты суларын үздіксіз шығару да жер бетінің жылжуын туғызады. Мысалы, Калифорния штатындағы Джакин өзені алқабында 22 жыл бойы жерасты суларын шығару жер бетінің 4,4м дейін, Мехико қаласының кейбір аудандарында соңғы 30 жыл ішінде 6м дейін шөгуіне әкеліп соқты.

Полигондарды таңдауға қойылатын талаптар:

1. Кенорны игеруде ұзақ мерзім болмауы керек және күшті мұнай-газ бен сулы қабаттарды иелік ету қажет

2. Кен орны аралас эксплуатирлеуден аумақ болу керек, арақашықтығы 40-50 км.

3. Кеңдерді үздіксіз игеру

4. Кенорны территориясы мүмкіндігінше геодезиялық өлшеулерді орындауда ыңғайлы болуы керек.

5. Мұнай кенорындарын игергенде еске сақтау қажет, яғни мұнай пластарының тығыздалуын және жерасты суларын сорып шығарудан жер бетінің шөгуін.

6. Қатты пайдалы қазбаларды өндіргенде геодезиялық полигондардың атқаратын қызметіне жерасты суларын тартудан жер бетінің шөгуіне байланысты мәселе де кіреді.

Рекогносцировка кезінде камералдық жоба толықтырылады, ескі тораптардың пункттері ізделеді және жаңа пункттер орындары белгіленеді. Іргелі реперлерге ерекше назар аударылады оларды геологтар таңдайды.

Бастапқы мәліметтердің жетіспеушілігінен кенорны шекарасы мен тірек реперлерінің арасындағы ілмелі жүрістер ұзындықтары жер асты қазбаларыны терндіктерінен 6-8 есе кем, кейбір жағдайда 5 км ден кем болмауы қажет.

Полигондағы нивелирлік торапты кенорнының аумағында және одан тыс орналасқан жұмыс істемейтін терең ұңғымалардың шегендеу трубаларына байланыстыру қарастырылады.

Профильдік сызықтар реперлермен бекітіледі, олардың түрлері Инструкция арқылы анықталады Көршілес реперлердің арақашықтығы 2 км–ден аспайтын кенорны зонасының шегінде болу керек және сызықтарда 4-5 км, осы зона шегіне кіретін іргелі реперлер бөлек полигондар тораптарының түйіндерінде, сонымен қатар радиалды сызықта олардың арасындағы арақашықтық 15-20 км аспау керек. Кен орны зонасындағы фундаменталды реперлер саны 4-тен аспау керек. Полигон территориясында 2 класты нивелирлеу сызықты қиылыстыратын жүйе түрінде қолданылады, 25-30 км периметрлі полигонды құрайды. Сызық сондары кенорны қиылысулары, олардың шекарасынан 5 км дейін шығып тұру керек және олар іргелі реперлермен бекітіледі.

Полигонды нивелирлеу 2 класс бағдарламасы бойынша ыңғайлы уақытта орындалады. Бірінші қайталау нивелирлеуі бастапқыдан 3-4 жыл өткен соң жүргізіледі.

Кен орындары шоғырланған аудандарды сейсмикалық активті жоғары техногендік және сеймотектоникалық қозғалыстар қиындата түседі. Техногендік қозғалыстар жылдамдығы бес факторға байланысты:

- 1) мұнай кен орнының ауданы;
- 2) сұйықтықтың жылдық қосынды алынуы (мұнай, су);
- 3) 1 жыл ішінде ендірілетін газ көлемі;
- 4) кен орнындағы жерқойнауы суы;
- 5) жоғарғы горизонттың тереңдікке жатуы;
- 6) мұнайға толық горизонт қалыңдығының эффекті қосындысы.

Сейсмөкерініс және жер қыртысының вертикаль қозғалыстарының (ЖҚВҚ) жылдамдығымен байланыс орнату үшін геофизикалық өзгерулері, гидрохимиялық, гидрогеологиялық және әртүрлі кешенді бақылаулар үздіксіз жүргізіп отырылуы қажет.