

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

М.Б. Нұрпейісова, Қ.Б. Рысбеков

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР

**Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған**

Алматы 2010

ЖОК 528.(075.8)

ББК 26.1я 73

Н 89. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық аспаптар: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2010. – 244 б.

ISBN 978–601–228–204–7

Оқу құралында геодезиялық аспаптар, олардың стандарты, метрологиялық қамтамасыз етілуі, техникалық сипаттамалары, негізгі конструкциялық ерекшеліктері, аспаптармен өлшеу әдістері, есептеулері және олардың нәтижелерінің дәлдігін бағалау жөнінде жалпы мәлімет берілген.

Геодезиялық аспаптардың стандарты, қазіргі заманғы ғаламдық жерсеріктік және навигациялық жүйелер, лазерлік сканерлер, электрондық теодолиттер мен тахеометрлер және сандық, лазерлік нивелирлердің оптикалық және механикалық құрылымдары толық қамтылған.

Оқу құралы геодезия және геодезиялық аспаптар пәндерін оқып-үйренетін, геодезия және картография, жерге орналастыру, кадастр, тау-кен, геологиялық барлау, мұнай, құрылыс мамандықтарын даярлайтын жоғарғы оқу орындары студенттеріне арналған.

ББК 26.1я 73

Пікір жазғандар: *Т. Қалыбеков – техн., ғылым., докторы профессор, ҚБТУ;*

Т. Пентаев – техн., ғылым., докторы, профессор, ҚазБАСҚА;

Р.Т. Бексейтова – геогр., ғылым., канд. доцент, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ;

Б.М. Жарқымбаев – техн., ғылым. канд, профессор, ҚазҰТУ.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2010 жылғы жоспары бойынша басылды.

ISBN 978–601–228–204–7

© Нұрпейісова М.Б.

© Рысбеков Қ.Б.

© ҚазҰТУ, 2010

КІРІСПЕ

«Геодезиялық аспаптар» оқу құралында қазіргі кездегі геодезиялық жұмыстарда кеңінен қолданылып жүрген геодезиялық аспаптар мен құрал-жабдықтардың техникалық сипаттамалары, құрылысы және олармен жүргізілетін геодезиялық өлшеулердің әдістері баяндалған.

Геодезиялық, геологиялық, тау-кен, метро салу, жерге орналастыру, қалалық кадастр, картографиялық, т.б. жұмыстар оптикалық-механикалық, электрондық, аэрофототүсіріс аспаптарынсыз өз шешімін таба алмайды. Сондықтан маркшейдерлік іс, инженер-геодезист мамандығын игеру, геодезия және қазіргі заманғы геодезиялық – маркшейдерлік аспаптар саласында жоғары деңгейдегі біліктілік пен білімділікті қажет етеді.

Геодезия ғылымы мен техниканың соңғы он жыл ішінде қарқынды дамуы, бұл салаға көптеген электронды аспаптарды әкелді. Осы тұрғыдан қарағанда, болашақ мамандар алдында орасан зор міндеттер тұрғаны белгілі. Сондықтан оқу құралында алғаш рет қазіргі заманғы жетік аспаптар, олардың жүйелері мен стандарттары туралы мәліметтер беріліп отыр. Оқу құралында авторлардың қатысуларымен құрастырылған сөздіктер, кеңінен қолданыла бастаған геодезиялық терминдер де толығымен пайдаланылды.

Әрине, жеке оқу құралы көлемінде барлық геодезиялық аспаптардың қыр-сырларымен таныстыру мүмкін емес. Осындағы берілген материалдарды меңгерудің өзі, геодезиялық аспаптарды игерудің тиімділігін арттырып, атқарылатын жұмыстардың сапасын жоғарылатады деген сенімдеміз.

Әрбір тараудың соңында өзіндік тексеру сұрақтары келтірілген. Мұның бәрі, әлбетте студенттердің, оның ішінде

қашықтықтан сырттай оқып-үйренетін студенттердің оқу материалдарын аудиториядан тыс игеруіне өте үлкен септігін тигізеді.

Геодезиялық аспап жасау саласында осы оқу құралының мемлекеттік тілде алғаш рет шығарылып отырғаны белгілі. Осыған орай, оқу құралының келесі басылымдарын жақсарту мақсатында сын-ескертпе жасап, ұсыныс-пікір білдіреміз деушілерге алдын ала алғысымызды айтамыз.

I тарау. «ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР» ПӘНІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

1. Геодезиялық аспаптар мен жабдықтар туралы жалпы мәлімет

1.1. «Геодезиялық аспаптар» пәнінің мазмұны, мақсаты мен міндеттері

Бірнеше километрге созылған объектілерді өлшеуге, түсіруге қажет жабдықтарға – геодезиялық аспаптар жатады. Олар геодезиялық өлшеу жұмыстарын құрлықта, теңізде, ғарыштың әр түрлі жағдайларында жүргізуге арналған.

Геодезиялық аспаптар: геодезиялық мемлекеттік тораптарды құрғанда және аймақтарды карталармен қамтамасыз еткенде; инженерлік зерттеулерде, құрылыстар салу мен пайдалануда; геологиялық жұмыстарды қамтамасыз етуде; жерге орналастыруда және орман шаруашылығында; заттық геометриялық параметрлері мен кеңістік бағыттарын тексеретін аспаптарды жасауда; ғылымның әр түрлі салаларында және мемлекетті қорғауда кеңінен қолданылады. Қазіргі заманғы геодезиялық аспаптар дәлдігі – жоғары оптикалық-механикалық және оптикалық-электрондық аспаптар болып келеді. Геодезиялық өлшеулердің дәлдігі, салыстырмалы түрде $2 \cdot 10^{-3}$ -ден $1 \cdot 10^{-6}$ -ге дейінгі аралықта сипатталады.

Геодезиялық далалық және камералдық жұмыстарда атқаратын міндеттері мен құрамына қарай әр түрлі аспаптар қолданылады. Олардың көпшілігі өлшеу мен есептеудің күрделі процестерін автоматтандыратын есептеу механизмдері – электрондық, радио-техникалық құрылғылары бар дәл және дәлдігі жоғары оптикалық немесе оптикалық механикалық аспаптар. Сол себептен мұндай аспаптарды оқып-үйрету, игеру үшін олардың құрылымдарының теориялық және зерттеу әдістері туралы жан-жақты білім алу қажет.

«Геодезиялық аспаптар» пәні «Геодезия және картография», «Жерге орналастыру», «Кадастр» мамандықтары

студенттерінің негізгі пәні болып есептеледі. Сол себептен бұл оқу құралы осы мамандықтардың оқу бағдарламаларына сәйкес жазылған.

Пәнді оқып-үйренудегі негізгі мақсат – студенттерді жер бетінде, жер астында, су астында, ғарыштан жүргізілетін барлық топографиялық түсірістер мен инженерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізуде әр түрлі аспаптарды қолданып, өз бетімен жұмыс істей білуге үйрету.

Студенттердің бұл пәнді 2, 3-курстардан бастап оқуы, олардың болашақ мамандықтарына деген көзқарастарын қалыптастырумен қатар, кейінгі курстарда «Геодезия», «Инженерлік геодезия», «Жоғарғы геодезия», «Ғарыштық геодезия», «Жерсеріктік навигациялық жүйелер» және «Геодезиялық өлшеу нәтижелерін математикалық өңдеу» сияқты пәндерді жақсы игеру негізін қалайды. Пәнді меңгерудегі негізгі міндеттер:

- студенттерге геометриялық оптикадан аспаптар жасауға қажет теориялық және практикалық білім беру;
- студенттерді аспаптардың оптикалық-механикалық және оптикалық-электрондық бөліктерімен таныстыру;
- аспаптардың стандарттары, тексеру, зерттеу әдістері туралы біліммен қаруландыру;
- дәстүрлі және қазіргі заманғы геодезиялық аспаптармен жұмыс істеуге үйрету;
- өлшеу нәтижелерін өңдеу әдістерін меңгеру.

Сонымен, бұл пәнді игеру сатыларында студент – геодезиялық аспаптардың құрылысымен танысады. Нәтижесінде әр түрлі жағдайда геодезиялық өлшеулер жүргізуге дағдыланады. Оқу құралы бір-бірімен байланысты бірнеше тараудан тұрады. Әрбір тараудың соңында өзіндік тексеру сұрақтары келтірілген.

Геодезиялық аспаптардың негізі болып есептелетін оптикалық және механикалық бөліктері, сызба нұсқалары, есептеу формулалары және сынақ кестелерімен толықтырылған.

1.2. «Геодезиялық аспаптар» пәнінің басқа ғылымдармен байланысы

Алдына қойылған міндеттерін атқаруда «Геодезиялық аспаптар» пәні – физика, механика, электроника, геодезия, жоғары геодезия, ғарыштық геодезия, радиоэлектроника ғылымдарының деректеріне сүйенеді (1-сурет).



1-сурет. Геодезиялық аспаптардың басқа ғылыми пәндермен байланыс сұлбасы

Физика геодезиялық аспаптар мен жүйелерді, жобалау есептерінің негіздерімен толықтырады. Геодезиялық аспаптар – автоматика, телемеханика және радиоэлектроника салаларындағы ғылым мен техника жетістіктері негізінде құрастырылады.

Қазіргі кездегі аспаптар қарапайым геодезиялық өлшеу жұмыстарын жүргізу шеңберінен әлдеқашан шыққан. Олар күрделі ғылыми, ғылыми-техникалық және инженерлік мәселелерді шешуде қолданатын аспаптар дәрежесіне көтеріліп, әрі қарай дамитыны сөзсіз.

І.3. Геодезиялық аспаптар жасау тарихы

М.В.Ломоносов, В.Я.Струве, В.Ф.Гербет, Д.Д.Геденов, К.И.Темпер П.А.Чебылов пен А.Н.Крылов, т.б. орыс ғалымдары мен инженерлері, өнертапқыштары геодезиялық аспаптарды жасауды қолданбалы ғылым ретінде қарап, геодезиялық жаңа аспаптар жасауда елеулі еңбек етті.

Геодезиялық аспаптарды жасап шығару Ресейде 1919 жылы басталды. 1923 жылы әскери топографиялық шеберхана негізінде “Геодезия” зауыты құрылды. Сөйтіп, алғаш теодолиттер, мензулалар, нивелирлер шығарылды. 1927 жылдан бастап, “Геофизика” атты басқа оптикалық-механикалық кәсіпорын, дүрбілі ТТ-30 теодолитін, ал 1930 жылдары ОТ және ОТ – 10 теодолиттерін шығара бастады.

1928 жылы Мемлекеттік геодезия және картография институты (ЦНИИГАиК) ұйымдастырылды. Ол жаңа геодезиялық аспаптарды даярлап зерттеуде, геодезиялық өлшеу әдістерін жасауда маңызды рөл атқарды. Институттың ең алғашқы директоры, әрі ғылыми жетекшісі – көрнекті орыс ғалымы, геодезист, профессор Ф.Н.Красовский болды. Ол геодезиядағы ғылыми-зерттеулердің көпжылдық болашағын алдын ала анықтады.

1953 жылы жарық қашықтық өлшеуіш СВВ-1 (авторлары: В.П.Васильев, А.Величко) жасалды. Ол 15 км-ге дейінгі қашықтықты өлшеу үшін геодезиялық практикада кең қолданылды. 1958 жылы ЦНИИГАиК-да В.М.Назаровтың басшылығымен 1 класты полигонометрия жақтары мен триангуляцияның базистік жақтарын өлшеуге арналған геодезиялық жарық қашықтық өлшеуіш ЭОД-1 жасалды. Аспаптардың осы тобында кейін (1967 ж.) П.Е. Лазановтың

(ЦНИИГАиК) басшылығымен гелий-неонді лазерлі «Кварц» жарық қашықтық өлшеуіш жасалды. Аспаптың әрекет ету қашықтығы 30 км, өлшеу қателігі ($2+2\cdot 10^{-6}D$) см.

1970 жылдары топографиялық жарық қашықтық өлшеуіш ретінде қашықтық өлшеуіш бөлікті теодолитпен (көзбен шолу немесе кодты) біріктіру тенденциясы пайда болды. Осындай синтез нәтижесінде әр түрлі елдерде электронды тахеометрлер (жартылай автоматты немесе автоматты) жасалды. Ол әмбебап геодезиялық аспап болып саналды. Автоматты электронды тахеометр жасау кезінде бұрын бұрыш өлшеуіштерді ғана автоматтандыруға арналған, кодты теодолит конструкцияларына салынған белгілі техникалық шешімдер қолданылды. Көптеген электронды тахеометрлер қондырылған микропроцессорлармен (есептегіштер) жабдықталды.

Геодезиялық аспаптар жасаудағы аспаптарды әмбебаптауға байланысты бағыттардың дамуы, қолданбалы геодезияда жұмыс көлемінің едәуір артуына байланысты. Геодезияның осы бағытының қалыптасуының бірінші кезеңінде арнайы аспаптардың жоқтығынан, өлшеу жұмыстарының көп бөлігі неше түрлі қарапайым құралдармен толықтырылған дәстүрлі құрал-жабдықтар арқылы орындалды.

Геодезиялық аспаптар жасауға жаңа принциптерді енгізу, аспаптардың тип өлшемдік катарын жетілдіру және олардың сапасын жақсарту ЦНИИГАиК жасаған сериялы шығарылатын аспаптардың негізгі түрлеріне қолданылатын мемлекеттік стандартты енгізуге әсер етті.

Шығарылатын геодезиялық аспап номенклатурасын реттеуде көрсетілетін стандарт талаптарын іске асыру тиімділігіне – геодезиялық техниканы жобалау, дайындау және қолданумен айналысатын ғалымдар мен мамандар еңбегінің арқасында қол жетті. Осындай жұмыстар бұл кезде, бірқатар шетелдерде ұлттық және фирмалық стандарттар деңгейінде жүргізілді.

Соңғы кезде электронды тахеометрлердің қолданысқа енуі – бұрынғы қарапайым аспаптардың автоматтандырылуы арқасында. Автоматтандырылған аспаптарда жұмыс нысанаға

көздеу модулі мен радиокommуникациялық тетіктер арқылы жүргізіледі. Бұлардың көмегімен аспап – бақылау нүктесіне автоматты түрде көзделеді, қажетті командалардың барлығын оператор дистанциялық басқару жүйесі арқылы жіберіп отырады. Мұндай аспаптармен түсіріс жүргізілген кезде нысаналарды кодтау, камералдық жұмыстарға кетегін уақытты азайтады. Бөлу жұмыстары кезіндегі артықшылығы – шағылыстырғыштағы есептелетін реттегіштер, жобаға нақты уақытта келтіріледі. Қазіргі таңда, электронды тахеометрлерді шығаратын жеті шетелдік фирманың төртеуі (еуропалық Spectra Precision, Leica, Zeiss және Topcon), дәл осы типті аспаптар жасайды. Қазіргі кезде тахеометр-автоматтардың бірнеше түрлері шығарылуда. Олар тек автоматты түрде нысанаға көздеу құрылғыларымен жабдықталудан басқа, объектінің орналасқан жерін анықтайтын компьютерлік технологиясы бар элементтен тұрады. Оған – ATS Geodimeter тахеометрі жатады. Оның ерекшелігі – “әдеттегі роботтарға” карағанда жүйесінің ашықтығы. Қазіргі электрондық тахеометрлер көптеген қосымша командалармен қамтылған. Олар аспапты қашықтықтан басқаруға және команданы кез келген компьютерден радиомодем арқылы беруге бейімделген.

Қазіргі кезде геодезиялық аспаптар жасайтын зауыттар өндірісі дамыған елдерде қарқынды дамуда. Қазақстанда әзірге карта жасайтын фабрика іске қосылып, ал аспаптар даярлайтын зауыт жоспарлануда. Сол себептен, біздер шетелдің геодезиялық аспаптарын сатып алып, олардың аспап жасаудағы стандарттарын пайдалануға мәжбүрміз. Ең күшті дамыған аспап жасайтын фирмаларға – Ресейдің «Орал оптикалық-механикалық зауыты», Германияның «Карл-Цейс Йена», «Оптон», Швейцарияның «Leica», Жапондық «Nikon», «Sokkia» «Topcon», Американдық “Trimble”, т.б. жатады.

1.4. Геодезиялық аспаптарға қойылатын негізгі талаптар

Геодезиялық аспаптарға қойылатын жалпы техникалық талаптар Ресейдің “Геодезиялық аспаптар. Жалпы техникалық талаптар” атты 23543 – 79 стандарттар арқылы анықталады.

Геодезиялық аспаптарды пайдалануға қажетті жағдайлар: қоршаған ортаның температурасы $-20 \pm 5^{\circ}\text{C}$; салыстырмалы ылғалдылық $60 \pm 20\%$; атмосфералық қысым 760 ± 25 мм сын. бағ.; жұмыс кеңістігіндегі ауаның ең жоғары жылдамдығы 0,2 м/сек, діріл жиілігі – 30 Гц; діріл күшеюінің амплитудасы 0,2 м/сек² болуы керек.

Геодезиялық аспаптарды пайдалануда негізгі жұмыс жағдайларының ауқымы (диапазоны) әрқилы. Дәлдігі жоғары геодезиялық аспаптармен – 25°C -тан $+50^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі температурада және 35%-ға дейінгі салыстырмалы ылғалдылықта жұмыс істеуге болады. Басқа көптеген аспаптар – 40°C -тан $+50^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі температура мен 98% ылғалдылықта пайдаланылады.

Аспаптармен жұмыс – оларды штативке, геодезиялық белгіні, бағананы бекіту кезінде орындалуы мүмкін. Тек кейбір аспаптарға атмосфералық жауын-шашын мен Күн радиациясының тікелей әсерінен қорғайтын қалқаны (тент, шатыр) қолдану қажет.

Геодезиялық өлшеу жүргізудің технологиялық жағдайлары әр түрлі геодезиялық аспаптар үшін тәулік бойы бірдей уақытта қарастырылады. Тек триангуляция мен дәл нивелирлеуде ғана таңғы және кешкі сағаттар қолданылады. Бірқатар аспаптар (топографиялық жарық кашықтық өлшеуіш, радиоқашықтық өлшеуіш), сондай-ақ кейбір түсіру аспаптары үшін бұл шектеулер едәуір қатал.

Далалық жұмыс процестерінде сыртқы жағдайлардың өзгерісі маңызды болуы мүмкін. Ал механикалық әсерлер (сілқу, діріл) аспаптарды тасымалдау, тасу кезінде болады; геодезиялық аспаптарды конструкциялаған оның далада дәлдеу (реттеу) мүмкіндігін қарастыру қажет.

Жоғарыда айтылғандар негізінде, геодезиялық аспаптарға қойылатын жалпы мынадай негізгі талаптарды тұжырымдауға болады:

а) өлшеудің берілген дәлдігін қамтамасыз ету;

б) сыртқы ортаның әр түрлі жағдайында өлшеу нәтижелерінің тұрақтылығын қамтамасыз ететін конструкция сенімділігі;

в) қарапайым және ыңғайлы қолдану;

г) конструкцияның шағындылығы, материалдың оңтайлы және энергия сыйымдылығы;

ғ) әр түрлі жағдайда пайдаланудағы аспаптың тасымалдылығы;

д) аспапты дайындаушы зауыт және жөндеу қызметі жағдайында ғана емес, оны далада бағалауда қалпына келтіру мүмкіндігін қамтамасыз ететін конструкцияның жөндеу жарамдылығы;

е) аспапты жасау, сынау, қондырғы сериясы, сериялы өндіріс, пайдалану, жөндеу, сақтау кезеңдегі оның тексерімділігі;

ж) конструкцияның эстетикалығы және эргономикалығы.

Көрсетілген талаптардың орындалуы, белгілі қиындықтармен қатар жүреді; айтылған талаптардың кейбіреулері өзара қарама-қайшы (олардың біреуінің жақсаруы басқасының нашарлауына алып келеді), болғандықтан, аспап параметрлері мен конструкцияларды таңдау кезінде оны жасау процесінде өндіріс (тапсырыс беруші) талабы мен жұмыстың соңғы мақсатына сүйенеді.

Геодезиялық аспаптардың конструкциясы – оның негізгі параметрлері мен техникалық қасиеттерін тексеруге мүмкіндік беретіндей болуы қажет. Геодезиялық аспаптар тасымалдауға ыңғайлы буып-түйіліп, яғни кез келген көліктен тасымалдау талаптарына сай, оның ішінде 200 км-ден кем емес тегіс емес ара қашықтықтарда 20–40 км жылдамдықпен тасымалдауға сай болуы қажет. Көптеген аспаптар жиналатын қаптамамен (футляр) тасуға лайықталған. Аспапты тасымалдау кезінде оған

1–80 Гц жиілік ауқымында $1\text{--}5\text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ жылдамдықпен дірілдік әсер мен $10\text{--}30\text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ ретті соққы әсер етуі мүмкін. Кей жағдайда бұл жүктемелер одан да көп болады.

1.5. Геодезиялық аспаптардың жүйелері мен стандарттары

1.5.1. Геодезиялық аспаптарды жіктеу

Геодезиялық аспаптарды жіктеудің жалпы белгілері Кеңес өкіметі Ресейде бекітілген ГОСТ 23543–79 «Геодезиялық аспаптар. Жалпы техникалық талаптарда» айқындалған. Көрсетілген стандарттың жіктеу негізінде мынадай белгілер бар: функциялық міндеті, қолданылу саласы, ақпарат тасымалдағыштың физикалық табиғаты, тасымалдауға тұрақтылығы, конструкциялық ерекшеліктері.

Метрология тұрғысынан, геодезиялық аспаптардың ішінен өлшейтін аспап болып есептелмейтін (мысалы, центрлер) өлшеу құрал-жабдықтары мен аспаптары бар. Өлшеу құрал-жабдықтар дәлдігі бойынша: дәлдігі жоғары, дәл және техникалық болып бөлінеді.

Геодезиялық аспаптар – атқаратын міндеті мен дәлдігіне қарай былайша жіктеледі:

А). Міндетіне қарай :

1. Бұрыштарды өлшеуге қажет аспаптар (қарапайым аспаптар: транспортирлер, эккерлер, эклиметр, буссолдар, негізгі бұрыш өлшегіш аспаптар; әр түрлі теодолиттер);

2. Ұзындықтарды өлшеуге пайдаланылатын аспаптар (сызғыштар, рулеткалар, ленталар, ұзындық өлшеуіштер, оптикалық қашықтық өлшеуіштер, ілмелі ұзындық өлшеуіш аспаптар, жарық сәулелі өлшеуіштер, радиоқашықтық өлшеуіштер);

3. Биік айырымдар мен биіктіктерді өлшеуге арналған аспаптар түрлі деңгейлері бар нивелирлер, әр түрлі компенсаторлары бар нивелирлер, лазерлі нивелирлер, микро-нивелирлер, гидронивелирлер, микробарометрлер, профиль-сызғыштар);

4. Топографиялық түсірістерге қажет аспаптар (кипрегельдер, тахеометрлер, топографиялық байланыстырушы-лар, инерциялық жүйелер);

5. Арнайы тағайындалған аспаптар (вертикаль жобалау аспаптары, жармалық өлшеу аспаптары), т.б. аспаптар (оптикалық тіктеуіштер, рейкалар).

Ә) Дәлдігіне қарай:

Өлшеу қателіктеріне байланысты (тек қана теодолиттер, нивелирлер және ұзындық өлшеу аспаптары) мына түрлерге бөлінеді:

- техникалық;
- дәл;
- жоғары дәлдікті;

Б) ақпараттарды физикалық табиғатына қарай: сақтаушы механикалық (нүктелер, сызғыштар, т.б.); оптикалық-механикалық (теодолиттер, нивелирлер, кипрегельдер, т.б.); оптикалық-электрондық (жарық қашықтық өлшеуіштер, электрондық тахеометрлер); электрондық (радиоқашықтық өлшеуіштер, регисторлар, іздеуіштер, т.б.);

В) тасымалдау жағдайларына байланысты: стационарлық жылжымалы (көлікке орнатылған), алып жүретіндер (жәшікте жайластырылған).

Кейбір геодезиялық аспаптар есеп алу тетіктеріне, осьтік жүйелердің констукциясына, көру дүрбісінің түріне, т.б. конструкциялық белгілеріне қарай жіктеледі.

Жіктелуі мен белгілері бойынша аспаптар әр түрлі типтерге бөлінеді.

Ресейдің ГОСТ-ты бойынша өнеркәсіптерде геодезиялық аспаптардың 40-тан астам типі шығарылады. Олардың ішінде шамамен 20-сына стандарт тағайындалған.

1.5.2. Геодезиялық аспаптардың стандарттары

XX ғасырдың ортасында, геодезиялық аспаптардың 20-дан астамына Ресейдің мемлекеттік стандарттары жасалған. Олар: теодолиттер, нивелирлер, оптикалық қашықтық өлшеуіштер,

жарық сәулелі өлшеуіштер, кипрегельдер мен тахеометрлер, рулеткалар, нивелирлік рейкалар, центрирлер, т.б.

Стандарттаудың маңызды міндеттерінің бірі – шығарылатын аспаптардың сапасын ұдайы арттыру. Егер 1960 жылдары стандарттаудың бастапқы кезеңінде, геодезиялық аспаптар шығаратын өнеркәсіп мүмкіндігіне орай толық жүзеге асырылатын стандарттау объектілері талап етілсе, қазіргі кезде оның міндеттері басқаша тұжырымдалады. Қазіргі кезде аз шығын талап етілетін аспаптар деңгейін қамтамасыз ететін стандарт оңтайлы болып есептеледі.

Геодезиядағы стандарттау объектілері: негізгі түсініктердің анықтамасы мен терминдері (1-кесте), геодезиялық аспаптар, метрологиялық қамтамасыз ету, стандарттаудың ұйымдастыру-әдістемелік мәселелері. Стандарттау нормативтік-техникалық құжат (НТК) негізгі үш категориясы (санаты): мемлекеттік стандарт (МемСТ), салалық стандарт (ССТ), техникалық материалдардың нұсқау (ТМН) деңгейінде жүзеге асырылады. Стандарттаудың маңызды объектілерінің бірі – МемСТ, ішінара ССТ деңгейінде талаптар қойылатын геодезиялық аспаптар бар.

1-кесте

Геодезиялық аспаптар жасау стандарттары

Стандарт категориялары, нөмірі	Стандарт атаулары
Теодолиттер	
ГОСТ 13424—68	Теодолиттер. Горизонталь дөңгелектің диаметр қателіктерді анықтау әдістері
ГОСТ 23543—79	Геодезиялық аспаптар. Жалпы техникалық талаптар
Нивелирлер	
ГОСТ 11158—83	Нивелирлік рейкалар. Жалпы техникалық талаптар
ТУ 4433-231-02570411-95	ЗН-3 нивелирі
ТУ 68-78-86	Нивелирлік инварлық рейкалар

1-кестенің жалғасы

Геодезиялық құрал-жабдықтар	
ГОСТ 13494—80	Геодезиялық транспортирлер. Жалпы техникалық талаптар
ГОСТ 15114—78	Телескоптық жүйелер
ГОСТ 16740—79	Геодезиялық аспаптарға арналған табандар. Түрлері және негізгі параметрлері. Техникалық талаптар
ГОСТ 19223—82	Жарық қашықтық өлшеуіштер
ГОСТ 10812—82	Геодезиялық номограммалық аспаптар. Жалпы техникалық талаптар
ГОСТ 11897-94	Геодезиялық аспаптардың штативтері. Жалпы техникалық талаптар және сынау әдістері
ГОСТ 7502—80	Металл өлшеуіш рулеткалар
РТМ 68-5-93	Геодезиялық зерттеу құралдары. Жалпы техникалық нұсқаулар
ОСТ 68-12-97	Геодезиялық аспаптарды центрлеуге арналған құрылғы. Түрлері, негізгі параметрлері және техникалық талаптары
Метрологиялық қамтамасыз ету	
РД БГЕИ 10-91	Стандарттау және аспап жасау саласындағы нормативтік техникалық құжаттармен қамтамасыз ету тәртібі
РД БГЕИ 05-89	Метрологиялық қамтамасыз ету. Геодезиялық өлшеу құралдарының тексеру жабдықтары
РД 68-2.1-92	Аспап жасауда оптикалық жүйелерді есептеу және жүргізу тәртіптері
РД 68-8.17-98	Топографиялық-геодезиялық және картографиялық бағыттағы өлшеу құралдарына арналған жергілікті тексеру сызбалары
РД БГЕИ 36-01	Топографиялық-геодезиялық техникаларды пайдалану және оларды бақылау кезіндегі әдістерінің еңбек қауіпсіздік талаптары
РТМ 68-8.24-01	Топографиялық-геодезиялық бағыттағы өлшеу құралдарының нормаланатын метрологиялық сипаттамалары. Көрсеткіштер номенклатурасы

1-кестенің жалғасы

РТМ 68-8.25-01	Топографиялық-геодезиялық бағыттағы өлшеу құралдарының тексеру мерзімдерін есептеу тәртібі
РТМ 68-14-99	Геодезиялық жұмыстардың жерсеріктік технологиясы. Терминдер мен анықтамалар

Ең алдымен стандарт – өндірісті ұйымдастыру, дайындау, техникалық құрал-жабдықтар және өндіріс объектісі сияқты өндірістің құрам бөліктерін қамтиды. Сонымен қатар, әрбір құрам бөлік стандарттаудың әр түрлі бағыттары, өндірістік циклдің негізгі үш кезеңі: жасау (жобалау), аралық аспап өнімдерін шығару, дайын аспаптарды шығару болып бөлінеді.

1.5.3. Аспаптардың тәжірибелі үлгілерін қабылдайтын сынауларын жүргізуді ұйымдастыру реті

Тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар, аспаптардың тәжірибелік үлгілерін сынап, қабылдап, дайындаумен аяқталады. Аспапты өндіріске шығару, жұмысты қабылдау мәселелері қабылдау сынақтары нәтижесі бойынша шешіледі. Сериялы өндіріске арналған аспаптар үшін мемлекеттік қабылдау сынағы ұйымдастырылады.

Мемлекеттік сынауларды жүргізу кезінде мынадай мәселелер шешілуі тиіс:

1) сыналатын үлгілердің қолданыстағы стандарт пен техникалық жағдайы (ТЖ), оның техникалық тапсырма талаптарына сәйкестігін анықтау;

2) аспаптың метрологиялық және пайдалану сапасын бағалау;

3) аспап сапасын шетелдік ең жақсы және бұрын шығарылған отандық аналогтарымен салыстырып бағалау;

4) аспаптың топографиялық-геодезиялық өндірісте қолдануға жарамдылығын айқындау;

5) техникалық құжаттамада метрологиялық сипаттаманы нормалау дұрыстығы мен пайдалануды, шығаруды, метрологиялық қамтамасыз етуді бағалау;

6) аспап сапасының санатын (категория) анықтау (алдын ала);

7) аспапты әрі қарай жетілдіру, оны дайындау сапасын жақсарту жолдарын айқындау;

8) аспапты пайдаланудың тиімді әдістерін табу.

Аталған мәселелер жөніндегі ақпарат, сынаудың басты мақсатын анықтауға мүмкіндік береді: аспапты сериялы шығару мүмкіндігі және ол мақсатқа сәйкес пе? Өз кезегінде, жасалған аспап үлгісін мемлекеттік сынауға беру мүмкіндігінің өлшемі (критерий) – аспапты жасаушы ұйымдастырып, жүргізетін алдын ала сынаудың оң нәтижелері болып табылады.

Мемлекеттік қабылдау сынауларының негізгі кезеңдері мына ретпен жүзеге асырылады.

1. Аспапты жасаушының мемлекеттік сынау жүргізілгені туралы Мемстандартқа ұсыныс енгізуі (жоспарланған мерзімге дейінгі тоқсанда).

2. Мемлекеттік қабылдау сынауларының бағдарламасын жасау, келісу және бекіту. Бағдарламаны аспап жасаушы Мемстандарттың жетекші метрологиялық институтына сынау басталудан 45 күн бұрын жібереді.

3. Аспап үлгілері мен техникалық құжаттаманы мемсынауға беру. Сынауы министрлік (ведомство) бойынша бұйрықпен тағайындалған, Мемстандартпен келісілген аспап жасаушыға мемсынау жөніндегі басты ұйым не мемлекеттік комиссия жүргізеді. Мемсынау бойынша сынауға басты ұйым арқылы қызығушылық танытушы ұйымдар қатыса алады; оларға сынаудың жеке кезеңдерін жүргізу, аспапты өндірісте байқау тапсырылуы мүмкін.

4. Мемлекеттік сынау жүргізу және техникалық құжаттаманы сараптау. Бұл жұмыстарды жүргізуге әдетте екі ай кетеді.

5. Сынау материалдарын сынау бағдарламасын бекіткен Мемстандарттың жетекші метрологиялық институтына, сараптауды жүргізу, қарастыру және ВНИИМС-ке көрсету үшін жібереді.

6. Сынау материалдарын Мемстандарттың ғылыми-

техникалық комиссиясы қарау үшін дайындау, ВНИИМС-тің сынау материалдарын сараптау негізінде шешім жобасын дайындау.

7. Сынау материалдарын Мемлекеттік стандарттың ғылыми-техникалық комиссиясының қарауы.

Мемстандарт бекіткен сынаудың оң нәтижелері, аспапты сериялы өндіріске шығаруға негіз болып саналады. Мемстандарт шешім қабылдаған соң аспап Мемтізілімге (Госреестр) енгізіледі. Ал дайындаушы кәсіпорын оны шығаруға құқық беретін куәлік алады. Мұнда сынаудың теріс нәтижелері көрсетіліп, жетілдіру үшін дайындаушыға қайтарылады. Сынаудан өтпеген аспаптар айналымға шығарылмайды.

Мемсынау материалдары ішінде тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды орындау процесінде жасалатын мынадай техникалық құжаттамалар болады:

- а) анықталған ретпен бекітілген техникалық тапсырмалар;
- ә) аспап жасаушы — ұйым басшысы қол қойған ТЖ жобасы;
- б) ЕСКД бойынша пайдалану құжаттары;
- в) техникалық деңгей және сапа картасы;
- г) аспаптық метрологиялық қамтамасыз етілуі және оны өндірудің техника-экономикалық мақсатқа лайықтылық негіздемесі туралы мәліметтер бар дайындаушы – ұйым анықтамасы;
- ғ) МемСТ 8.042—72 бойынша тексеру әдістері мен құрал-жабдықтарына нормативтік-техникалық құжаттарының (НТҚ) жобасы;
- д) аспап принциптерінің сызбанұсқасы мен құрастырылатын сызбасы;
- е) алдын ала сынау хаттамасы (акт);
- ж) мемлекеттік қабылдау сынауларының бағдарламасы;
- з) Мемлекеттік тізілімге енгізу үшін аспапты сипаттау жобасы;
- й) $13 \times 18 \text{ см}^2$ (15 дана) өлшемдегі жалпы көрінісінің фотосуреті;
- к) ТЗ метрологиялық сараптау нәтижелері бойынша

қорытынды көшірмесі.

Аспапты сериялы шығару процесінде сынаудың басқа түрлері жүргізіліп, аспап параметрлерінің НТҚ-ның бекітілген типі мен талаптарына сәйкестігі анықталады. Өндірістен шығару кезінде қабылдау сынаулары жүргізіледі; өндіріс технологиясына өзгеріс енгізілгеннен кейін немесе материалдарды ауыстырған кезде жылына бір рет не екі жылда бір рет типтік сынаулар жүргізілуі тиіс; дайындаушының техникалық бақылау бөлімі қабылдаған аспаптар ТЖ-дың толық көлемдегі талаптарына кезеңдік сынаулардан өткізіледі; аспап сенімділігі сенімділікке екі-үш жылдан кейін жүргізілетін бақылау сынаулары нәтижелері бойынша бағаланады. Мемқадағалаудың аумақтық органдары жағынан үш жылда бір рет мемлекеттік бақылау сынаулары ұйымдастырылады, оған тұтынушылардың өкілдері қатысуы мүмкін. Бұл сынаулар, қолданылатын стандарт пен ТЖ-дың толық көлемдегі талаптарына сай жүргізіледі. Сапа санаты (категория) бойынша аспапты аттестаттап алдында мемлекеттік аттестациялық сынаулар жүргізіледі.

Геодезиялық аспаптар стандарттарының күшін сақтаудың орташа мерзімі 5 – 8 жыл. Стандарттарды қайтадан қарастырған кезде қойылатын басты шарт – шығарылатын аспаптардың сапасын жоғарылату. Әрбір қайта жасаған стандарт, аспаптардың техникалық деңгейі мен сапасына қатал талаптар қойып, экономикалық жағынан негізделеді.

Геодезиялық аспаптар стандарттарының жетістіктерімен қатар, кейбір кемшіліктері де бар. Мысалы, олар артық бөлшектер мен белгілеулер. Жана стандарттарды жасаған кезде, аталған кемшіліктердің көбі ескерілген.

II тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТЫҢ САПАСЫН МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

2.1. Геодезиялық аспаптарды метрологиялық қамтамасыз ету

Аспапты метрологиялық қамтамасыз ету – аспапты жасаудан бастап, шаруашылық саласында қолдануға дейінгі әр түрлі кезеңде метрологиялық қамтамасыз етуді жүзеге асыруға бағытталған ұйымдастыру-техникалық шаралар кешені. Геодезиялық аспап жасауда метрологиялық қамтамасыз ету – өлшеу дәлдігі мен бірлігіне жетуге қажет қазіргі заманғы ғылыми-әдістемелік тәсілдерді, ережелер мен нормаларды бекітуге, қолдануға бағытталған.

Геодезиялық аспаптар – бұрыштық, сызықтық шамалар (планда, биіктік бойынша) мен олардың функциясы туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Өлшеу бірлігін қамтамасыз ету үшін өлшенетін шамалар, бірліктердің қабылданған жүйесі бойынша көрсетілуі тиіс. 1971 жылы өлшем және салмақ бойынша XIV Бас конференцияда бірліктер жүйесі (БЖ) қабылданып, шаруашылық саласына 1980 жылдан бастап енгізілді.

Жазық бұрыштың БЖ бірлігі радиан – доғасы ұзындығы бойынша радиусқа тең шеңбердің екі радиусы арасындағы бұрыш. Градустық есептеуде $1 \text{ рад} = 57^{\circ}17'44,8''$.

БЖ ұзындық бірлігі метр - криптон-86-ның (спектрдің қызыл-сары сызығы) $5d_5$ атомы мен $2p_{10}$ деңгейлері арасындағы өтуге сәйкес сәуле шығару вакуумындағы толқын ұзындығына (1 650 763,73) тең ұзындық.

Дәлдігі жоғары астрономиялық-геодезиялық өлшеулер мен іргелі зерттеулер практикасында уақыт бірлігі – герц ($1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$) қолданылады. БЖ уақыт бірлігі ретінде секунд – цезий-133 атомының негізгі күйінің екі аса нәзік деңгейлері арасындағы өтуге сәйкес сәулелену кезеңіне – 9192631770 тең уақыт пайдаланылады.

Геодезиялық аспаптарға метрологиялық қызмет ету –

сынау, аттестаттау, тексеру, зерттеу жүйелері арқылы жүргізіледі; тек өлшеу құралдары ғана метрологиялық қызмет етуге жатады. Енді метрологиялық қызмет ету жүйесінің негізгі ұғымдарына анықтама берелік.

Сынау – аспапқа техникалық параметрлері, өлшемдері және сипаттамалары бойынша аспапқа қолданылатын нормативтік – техникалық құжат талаптарына сәйкестігін анықтау мақсатында жүргізілетін эксперименттік операциялар (тәсіл) жиынтығы. Аспап типі мен оны айналымға шығару мүмкіндігі туралы мәселені шешу үшін жүргізілетін сынақ - *қабылдау сынағы* деп аталады.

Аспаптың сериялы шығару сапасы мен тұрақтылығын тексеру мақсатында жүргізілетін сынау – *тексеру сынағы* деп аталады.

Метрологиялық аттестаттау – өлшеу құралдарының қолданылу мақсатына сәйкестігін және оның метрологиялық сипаттамасын айқындауда жүргізілетін эксперименттік операциялар жиынтығы. Ал шетелден әкелінетін стандартталмаған өлшеу құралдары мен аспаптары, метрологиялық аттестаттаудан өткізіледі.

Зерттеу – аспаптың нақты сипаттамалары мен қасиеттерін зерттеуге немесе параметрлердің (функция) әсер етуші факторлар (аргумент) өзгерісіне тәуелділігін анықтауға бағытталған, эксперименттік операциялар немесе теориялық тәсілдер жиынтығы.

Метрологиялық қызмет ету жүйесіндегі негізгі түсініктердің бірі – *тексеру*. *Тексеру* деп – аспаптың метрологиялық жарамдылығын бақылауды жүзеге асыруға бағытталған эксперименттік операциялық жиынтықты айтады. Ал *метрологиялық жарамдылығы* – өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамаларының, белгіленген талаптарға сәйкестігі.

Аспапты тексерудің сынаудан айырмашылығы – тексеру кезінде НТД-да белгіленген барлық сипаттамалар мен параметрлер кешені емес, тек аспаптың метрологиялық жарамдылығына, яғни метрологиялық сипаттамаларына

қатыстылары ғана бақыланады (тексеріледі). Тексеруді – мемлекеттік немесе ведомстволық тексеру деп бөледі. Мемлекеттік тексеруден – аспаптардың мемлекеттік жүйесінің құрамына кіретін өлшеу құралдары мен мемлекеттік сынауда және технологиялық процестерді үлгі құралдары ретінде тексеруде қолданылатын өлшеу аспаптары өтеді. Геодезиялық аспаптарды, ведомстволық метрологиялық қызмет: зауыт-өндірістен шығару кезінде, жөндеуден кейін, ал тұтынушы – ұйым – пайдалану процесінде тексереді.

Пайдалану процесінде геодезиялық аспаптарды тексеру құралдары мен әдістері ГУГК бекіткен нұсқау (инструкция) бойынша белгіленеді.

Аспапты өндірістен шығару кезінде немесе жөндеуден кейін жүзеге асырылатын тексеру – *бірінші реттік* деп аталады; белгілі бір уақыт аралығынан кейін, ал пайдалану не сақтау кезінде іске асырылатын тексеру – *кезеңдік* деп аталады.

«Әдіс», «құрал», «операция» сияқты түсініктер, тексерудің құрамды элементтері болып табылады. Тексеру әдісі – тексеру жүргізу ережелері мен техникалық тәсілдердің жиынтығы. Геодезиялық аспаптар үшін метрологияда белгілі тексерудің мынадай әдістері қолданылады: тексерілетін аспаппен, шығарылатын үлгілік өлшеу аспабымен немесе шаралармен шамаларды тікелей өлшеу; тексерілетін аспапты компаратор көмегімен өлшеудің үлгілік құралымен салыстыру. Геодезиялық аспаптар үшін геодезиялық құрылғылардың технологиялық ерекшеліктері мен математикалық шарттарды қолдануға негізделген өзін-өзі мөлшерлеу (самокалибровка) әдісі пайдаланылады.

Тексеру құралдарына – тексерілетін аспаптың метрологиялық сипаттамасын бақылауға (тексеруге) арналған техникалық құралдар (аспаптар, стенділер, құрылғылар) жатады. Геодезиялық аспаптарды тексеру құралдарына, мысалы экзаменатор, автоколлиматор, компаратор МК-1, өлшеуіш микроскоп УИМ, көпжақтылық, далалық бақылау базисі, штрихты өлшем, өлшеуіш сызғыш та жатады.

Тексеру операциясы – нәтижесінде тексерілетін аспаптың

метрологиялық сипаттамасының шын мәні, анықталатын тексерудің өзіндік кезеңі. Метрологиялық практикада тексеру операцияларын былай атайды: сырттай қарап шығу, байқап көру, тексеру, анықтау, бақылау, зерттеу. Тексеру операцияларының құрамы – құрылғыға, аспап дәлдігі мен міндетіне, сондай-ақ негізгі метрологиялық сипаттамаларды анықтау әдісіне де байланысты. Бұл кезде аспаптың негізгі метрологиялық сипаттамасы екі жолмен анықталады. Бірінші жолы – аспаптың метрологиялық жарамдылығын жеке элементтердің сипаттамалары бойынша анықталатын элемент бойынша тексеру (мысалы, нивелир үшін – көздеуіш (визир) осін горизонталь жағдайға орнату қателігі бойынша, рейка бойынша есептеу, *I* бұрышына әсері, рейка бөлгішін дәл белгілемеу, т.б.). Екінші жолы – өлшеу нәтижелері бойынша аспаптың қателігі бағаланатын кешенді тексеру.

Тексеру әдісінің ажыратылмайтын бөлігі, тексеру жағдайларын анықтау болып табылады. Тексеру жағдайлары деп – тексерілетін өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамаларына әсер ететін физикалық факторлар жағдайын айтады. Бұл тексерудің жұмыс және қалыпты жағдайын ажыратады. Жұмыс жағдайы, аспапты қолданудың барлық ауқымына сәйкес келеді. Бұл кезде алынатын сипаттамалар мен параметрлерге, әсер етуші факторлардан пайда болатын қосымша қателіктер салмақ салады. Бірінші реттік тексеруді – қалыпты жағдайда, қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттаманы ескеріп жүргізеді. Әдетте, зертханада қалыпты жағдайда жүргізілетін әсер етуші факторлар, көңіл бөлінбейтін шамаға жеткізілген.

Тексерер алдында аспапты өлшерден 2 сағат бұрын жұмыс кеңістігіне қояды. Бақылау-өлшеу жабдықтарын үлгілік құралдарды пайдалану ережелері мен өлшеудің берілген режимін қамтамасыз етуді, қолайлы басқаруды ескеріп орналастырады.

Тексеру жұмыстарының мазмұны «Тексеру әдістері мен құралдары» деген НТҚ талаптарымен анықталады. Тексеру кезеңі мен көлемі аспап типіне (өлшеу дәлдігін, конструкция

күрделілігін ескеріп), геодезиялық практикада қолдану жағдайына, сондай-ақ оның метрологиялық сенімділігіне байланысты анықталады.

2.2. Геодезиялық аспаптарды техникалық қамтамасыз ету түрлері

Аспаптың мынадай негізгі қамтамасыз ету фазалары ажыратылады: жасау, қондырғы сериясы, сериялы өндіріс, пайдалану, жөндеу, сақтау. Аспаптың аталған әрбір фазаларында қызмет етудің өзіндік ерекшеліктері бар.

Техникалық *қамтамасыз ету* – аспапты мақсатқа сай пайдалану үшін, оның дайындығын қамтамасыз етуге бағытталған технологиялық, әдістемелік және физикалық-механикалық операциялар кешені.

Геодезиялық аспаптарға қатысты техникалық қызмет етудің мынадай негізгі түрлерін бөліп көрсетуге болады: алдын ала қарау (тексеру), аспапты жұмысқа дайындау, пайдаланып тексеру және дәлдеу, жөндеу (ағымдағы, орташа, күрделі), технологиялық қызмет ету, метрологиялық қызмет ету, мақсатқа сай пайдалану кезінде сақтау.

Аспаптың әр түрлі типтеріне және геодезиялық өлшеу дәлдігіне байланысты, техникалық қызмет етудің аталған түрлері бірдей емес.

Геодезиялық аспаптарды пайдалану – күрделі процестер қатарына жатады. Себебі, сенімділікті тиісті деңгейде сақтау үшін өлшеу жүргізу процесінде білікті маман (бақылаушы, оператор) араласуы қажет. Бұл жағдай аспапты пайдалану және оған дайындау кезінде техникалық қызмет ету жөніндегі шаралар табиғаты мен мәнін, яғни аспап сенімділігін берілген деңгейде сақтауға бағытталған жұмыс кешенін алдын ала анықтайды.

Бұл шаралардың басты мақсаты – өлшеу (бақылау) кезінде істен шығу жағдайларын болдырмау. Осы мақсат, белгілі бір уақыт аралығынан кейін аспап жағдайын, оның жеке элементтерінің дәлдеуін, бөліктерін реттеу және анықталған ақаулығын жою арқылы іске асырылады.

Жұмыс жағдайында, аспаптың пайдалану сенімділігі туралы айту керек; мұны аспаптың техникалық қызмет ету шаралары мен белгіленген нормаларын сақтап, пайдалану жағдайында (режимде) белгілі бір уақыт аралығында істен шықпай жұмыс істеуі деп түсіну керек.

Аспаптың істен шығуы және параметрлердің шашылуы мен орташа уақыт арасындағы деректер бойынша сенімділікті анықтау жеткілікті емес екенін практика көрсетті. Сенімділіктің едәуір толық және дәл сипаттамасын мынадай қосымша ақпараттан алуға болады: қызмет көрсету персоналдарының (қызметкерлердің) біліктілігі; техникалық қызмет ету бойынша жұмыс сапасы мен мөлшері, қосалқы бөлшектердің болуы, тексеру аппаратураларының болуы, пайдалану құжаттамалары мен оның сапасы, тасымалдау жағдайы, салып қоятын қаптамалардың сапасы (амортизациялық құрылғының).

Аспаптың пайдалану процесінде істен шығу себептерін анықтау – көп еңбек сіңіруді қажет ететін жұмыс. Бірден істен шығудан – параметрлер секіrmелі өзгеріске ұшырайды. Бұлай істен шығу, сыртқы ортаның төтенше факторларынан, аспапта ақау элементтерінің болуынан, конструкциялық жетілдірілмеуі мүмкін. Ал біртіндеп істен шығу, параметрлердің жинақталған өзгертілуінен болуы мүмкін. Біртіндеп істен шығу себептері – аспап элементтерінің ескіруі мен тозуы, аспаптың жеке бөліктері жұмысының үйлеспеуі, дәлдеудің дәлсіздігі және оның жылжымалы түйіндерін реттеу болуы мүмкін. Пайдалану кезінде істен шығуды пайда болу тұрғысынан: функциялық және метрологиялық деп бөледі. Функциялық істен шығудан – жұмыс істеу уақытша тоқтайды, ал метрологиялық істен шығу бақылау сапасының нашарлауына апарып соғады. Сөйтіп, өлшеу нәтижесінде ол жол бергісіз қателіктерге себепші болады. Істен шығуды аспапты жөндеу немесе дәлдеу жүргізу арқылы жоюға болады.

Геодезиялық аспаптар, әдетте қалыпқа келтірілетін бұйымға жатады, яғни оларды жөндеуге болады. Ерекшеліктеріне, тозу дәрежесі мен аспап жарамсыздығына – байланысты *ағымдағы, орташа және күрделі* жөндеу деп ажыратады.

Ағымдағы жөндеу – аспаптың қалыпты пайдаланылуы қамтамасыз етілетін көлемі бойынша аз жөндеу түрі. Ағымдағы жөндеу процесінде жарамсыздықты жеке құрамды бөліктерді ауыстырып немесе қалпына келтіріп, сондай-ақ дәлдеу жұмыстарын жүргізіп жояды. Ағымдағы жөндеуді қызмет ету персоналдары (қызметшілер) және дайындаушы-кәсіпорынның жөндеу қызметі атқарады.

Орташа жөндеуде аспаптың пайдалану сапасы – істен шыққан құрамды бөліктері ауыстырылып немесе жөнделіп, қалпына келтіріледі. Орташа жөндеу кезінде анықталған ақауларды жойып, аспаптың қалған барлық бөліктерінің техникалық жағдайы міндетті түрде тексеріледі. Орташа жөндеуді тұрақты (стационар) жөндеу қызметі орындайды.

Күрделі жөндеуде – аспап толық бөлшектеледі, ақау тізімдемесі жасалады, көптеген маңызды құрамды бөліктер қайта жөнделіп не ауыстырылады. Барлық құрамды бөліктер тексеріліп, аспап тазаланып жиналады, толық тексеріледі, қажет болса дәлдеу жүргізіледі. Күрделі жөндеуді, тұрақты (стационар) жөндеу кәсіпорны атқарады.

2.3. Геодезиялық аспаптарды жұмысқа дайындау

Геодезиялық аспаптар конструкциясы, оны далалық жағдайда дәлдеу мүмкіндігін қарастырады. Аспапты дәлдеу қажеттігі, оның конструкциясында салынған геометриялық, оптикалық, механикалық және электрлік жағдайларды тексеру нәтижелеріне негізделіп анықталады. Аспапты жұмысқа дайындау, аспаптың конструкциялық жағдайларын тексеру және дәлдеу, жұмыс кешенін пайдалану кезінде тексеру құрамына кіреді.

Геодезиялық аспапты пайдалану кезінде тексеру – зертханалық жағдайда, сондай-ақ далалық жағдайда мерзімінде тікелей бақылау жүргізер алдында іске асырылады.

Геодезиялық аспаптарды пайдалану кезіндегі тексерудің типтік тәсілдерін қарастыралық.

1. *Штатив орнықтылығын тексеру.* Бақылау (тексеру)

кезінде штатив, аспаптың тік жазықта және бүйір бағытта қозғалмай тұруын қамтамасыз етуі тиіс.

Тексеру – аспаптың көру түтігі арқылы қандай да бір анық көрінетін қозғалмайтын нүктені байқап көру, бақылау арқылы іске асырылады. Штатив бөліктерінің ығысуы анықталған жағдайда, штатив аяғын (головка) және ұшының аяғымен қосуды қатайту керек.

2. *Тіреуіштің орнықтылығын тексеру.* Тіреуіш көтергіштің бұрандасы оңай, ол жеңіл бұралуы керек, бұранданың ауытқуына жол бермейді.

Бұранданың ауытқуы есебінен тіреуіштің ығысуын, штативті тексеруде сипатталғандай етіп тексереді. Дәлдеу кезінде барлық көтергіш, винттің бірдей айналу сапасын қамтамасыз етіп, реттейтін гайканы шпилькамен (өзек) айналдырады.

3. *Деңгейлеуішті орнату дәлдігін тексеру.* Аспаптың цилиндрлік деңгейлеуішнің осі оның вертикаль осіне перпендикуляр болуы тиіс. Тексеру үшін деңгейлеуішті екі көтергіш бұранда бағыты бойынша орнатып, солардың көмегімен көпіршікті ортасына салады. Деңгейлеуіш бар аспаптың жоғары бөлігін 180°-қа бұрады. Егер деңгейлеуіш көпіршікті орташа орыннан бірден артық бөлікке ығысса, осы деңгейлеуіштің жөндеу бұрандасымен көпіршікті ампуланың ортасына, ауытқудың жартысына орналастырады. Бұдан кейін тексеруді қайталайды.

Дөңгелек қондырғы деңгейлеуіші болған жағдайда, оның осі аспаптың вертикаль осіне параллель болуы керек. Аспапты тексеру үшін цилиндрлік деңгейлеуіш бойынша оны горизонталь орналастырады. Содан кейін дөңгелек деңгейлеуіштің дәлдеу бұрандасымен, оның көпіршігін ортасына салады.

4. *Көру дүрбісінің жіп торы дұрыс орнатылуы тиіс.* Көру дүрбісі арқылы қандай да бір анық көрінетін нүктені бақылап, тексеру жүргізіледі. Дүрбіні горизонталь және вертикаль жазықтықта ауыстыру кезінде тор штрихының (горизонталь не вертикаль) нүкте бейнесімен үйлестігін тексереді. Тор орнын

түзету үшін оның жақтауын қажет бағытта, бейнелейтін түзету бұранда көмегімен бұрайды.

5. *Көру дүрбісінің көздеу (визир) осінің орнын тексеру.* Нивелирде көру дүрбісінің көздеу осі мен деңгейлеуіш осі арасындағы бұрыш минималь (ең аз), яғни нормативтік құжаттамада белгіленген шектен аспауы керек.

Теодолитте дүрбінің көздеу осі горизонталь оське перпендикуляр болуы тиіс. Тексеру үшін нивелирде белгілі әдіспен (мысалы, екі рет нивелирлеу арқылы) i бұрышын, ал теодолитте – коллимациялық қателікті $c = 0,5$ (КЛ–КП) анықтайды.

6. *Бұрыш өлшеуіш аспаптың вертикаль дөңгелегінің (шеңбер) есептеу индексі дұрыс белгіленуі тиіс.* Деңгейлеуіш көпіршігі ортасына орнату кезінде, түтіктің көлденең орнына сәйкес есептеу – нөл орны (зенит орны) деп аталады. Бұл шарт деңгейлеуіш немесе тордың дәлдеу бұрандасымен түзетіледі.

7. *Аспапқа орнатылған центрирдің қондырылуын тексеру.* Оптикалық центрирдің көздеу осі, аспаптың вертикаль осімен сәйкес келуі тиіс.

Тексеру үшін аспаптың жоғары бөлігінің үш орында (120^0 сайын) центрир торының горизонталь жазықтыққа қиылысу жобасын алу қажет, яғни қателік үшбұрышын анықтау керек. Дәлдеу үшін центрирдің оптикалық бөлшектерінің бірін, тордың қателік үшбұрышының ауырлық центрімен қабысқанға дейін орнын ауыстырады. Кейбір аспаптарда оптикалық центрирді дәлдеу, тек шеберханаларда жүзеге асырылады.

8. *Оптикалық көздеу (визир) осінің орнатылуын тексеру.* Оптикалық көздеу осі, көру дүрбісінің көздеу осіне параллель болуы керек.

Тексеру үшін көру дүрбісін алыстағы нысанаға апарып, содан кейін осы нысананы көздеу (визир) осі арқылы бақылайды. Егер көздеу осінің сызығы нысана бейнесімен қабыспаса, онда көздеу осіне түзету жүргізіледі. Ол үшін көру дүрбісінің қабына орнатылған көздеу осін бекітетін бұрандалары босатылып, көздеуді нысанға бағыттап, бұрандаларды қатайтады.

2.4. Геодезиялық аспаптарды пайдаланудың жалпы ережелері

Геодезиялық аспаптар күрделі оптикалық-механикалық немесе оптикалық-электрондық құрылғы болып табылады. Далалық жағдайда, геодезиялық өлшеудің сенімді нәтижесін аспаппен ұқыпты жұмыс істегенде, оларды пайдалану ережелерін сақтағанда және өлшеу уақытын дұрыс таңдаған кезде алуға болады.

Геодезиялық аспаптарды көліктің кез келген түрімен тасымалдауға болады. Тасымалдау кезінде аспап салынған жәшік вертикаль бағытта қойылып, оның астына амортизациялық материалдар төсеу қажет.

Қаптамадан аспапты алар алдында оны орнататын орынды (штатив немесе геодезиялық белгілі үстелшесі) дайындап алу керек. Бақылар алдында аспап орнатылатын (қойылатын) орынның орнықтылығы мен беріктілігіне көз жеткізу керек.

Геодезиялық аспап пен штативті тікелей Күн сәулесі мен жаңбырдан шатыр арқылы қорғайды. Жаңбыр кезінде штативте қалдырылған аспапты полиэтилен не брезент қаппен жабу керек. Аспапқа тамып кеткен су тамшысын жұмсақ сулықпен сүрту қажет. Аспаптың оптикалық бетін қолмен ұстауға болмайды, шаң-тозаңды жұмсақ қылқаламмен (кисточка), ал кірді жұмсақ, майсыз сулықпен немесе гигроскопиялық (су сіңіргіш) мақтамен сүртеді.

Егер аспап көп уақыт жұмысқа қолданылмаса, оны 4.2-ереже бойынша тексеруден өткізу керек. Қажет жағдайда аспап дәлдеуін орындау керек. Өлшер алдында аспапты өлшеуге (пункт центрі) салыстырмалы түрде нүктеге горизонттайды, центрлейді немесе көрініс элементтерін анықтап, қажет жағдайда жұмыс шараларын бағыттайды.

Әрі қарай байқап көру арқылы аспаптың жылжымалы бөліктерінің (алидада, көру дүрбісі, қондырғылар, окуляр) жұмыс істеу қабілеттілігі тексеріледі. Жетекші бұрандаларды айналдырып, орташа жағдайға келтіреді. Зиянды механикалық күш түсу мен аспап бөліктерінің деформациясын болдырмау

үшін қысқыш, әрі дәлдегіш құрылғыларды (тетіктерді) онша қатты емес, жайлап тарту керек. Жетекші құрылғылармен жұмыс істеу кезінде соңғы қозғалыс, мысалы бұрап-қатайту біркелкі болуы тиіс. Жалпы өлшеуді біркелкі операциялармен орындауға, мүмкіндігінше бақылаудың (тексерудің) симметриялық ретін пайдалануға тырысу керек.

Жалпы жағдайда, геодезиялық торда өлшеу әдістерін таңдау нақты шарттар мен қойылған міндетке (дәлдік, өнімділік тұрғысынан) байланысты анықталады. Геодезиялық өлшеу әдістері, өлшеудің аралық және қорытынды операцияларына қойылған шек – ГУГК бекіткен қолданыстағы технологиялық нұсқаумен белгіленеді.

Далалық геодезиялық аспап үшін бақылаудың тиімдірек кезеңдерін анықтау кезінде сыртқы орта факторларын есептеудің маңызы зор. Бұл кезде проблемаларды шешу, геодезиялық аспап дәлдігіне байланысты әр түрлі болады. Жоғары дәлдікті аспаптар үшін өлшеудің ерекше қолайлы жағдайлары (атмосфера тұнықтығының жоғарылығы, жауын-шашынның, желдің, кескіндердің күшті тербелісінің болмауы) қажет. Мұндай жағдайлар көбінесе таңертең және кешкі уақыттарда болады. Орташа және техникалық дәлдікті аспаптар үшін бақылау кезеңдерін белгілеу, онша қатаң емес. Рефракциялық әсердің әлсіреуіне қатысты дәл бұрыштық өлшеулер мен нивелирлеу, ара қашықтықты оптикалық қашықтық өлшеуішпен өлшеу ерекше талаптар қояды.

Даладағы жұмыс аяқталған соң геодезиялық аспапты мұқият қарап, жұмсақ сулықпен (салфетка) сүртіп, қаптамаға салу керек.

Дайындаушы кәсіпорыннан аспапты алған соң конструкция ерекшеліктері, пайдалану ережелері, тексеру және түзету әдістері, сақтау ережелері мен аспаптың қызмет етуі жазылған пайдалану құжатын мұқият оқу керек.

Геодезиялық аспаптардың техникалық қызмет ету жүйесіндегі сақтандыру шаралары: аспап пен керек-жарақтарын қарау; аспаптың қозғалмалы бөлшектерінің жұмысқа қабілеттілігін байқап көру; ішінара бөлшектеу, тазалау, майлау

және аспаптың анықталған ақауын жою; аспапты жинау, профилактикалық – тексеру, дәлдеу; орау, сақтауға немесе пайдалануға беру. Ал профилактикалық шаралар сәйкес құрал-саймандар және жұмыс орнымен жабдықталған арнайы жайда жүзеге асырылады.

Геодезиялық аспаптардың қозғалмалы бөліктерінің жұмыс істеуін тексеру және қарау, пайдалану, тексеру жүргізу кезіндегідей іске асырылады.

Аспапты бөлшектеу және тазалау үшін кәсіби дайындық пен дағды керек. Әсіресе, оптикалық бөлшектерді мұқият тазалау қажет. Бақылаушы пайдалану туралы нұсқаудағы сәйкес бөлімді немесе техникалық қызмет ету бойынша нұсқауды оқығаннан кейін, алған ақпарат негізінде салыстырмалы түрде, күрделі емес операцияларды өз бетінше орындай алады. Ол аспапты қарау, байқап, бөлшектеу нәтижелері бойынша ақау тізімдемесін жасап, аспапты жөндеу немесе дәлдеу қажеттігін анықтайды.

Сақтауға салу кезінде аспаптың бөлшектерін жұмсақ қағазбен орап, жетекші және көтергіш винт механизмдерін орташа жағдайға орнатады. Геодезиялық аспаптар қаптамаға (футляр) салынып, сөреде, құрғақ, жылытылатын жайда +5 - +30°C температурада және 80%-дан көп емес салыстырмалы ылғалдылықта сақталуы тиіс. Жарты жылдан артық мерзімге сақталуға қойылған аспаптарды, тасымалдаушы жәшікте (тара) сақтауға болады. Аспаптар арасындағы ара қашықтық 0,1 м-ден аз болмауы керек. Жылына бір рет ұзақ мерзімге сақталуға қойылған аспаптарды сырттай қарап (байқап) тұру керек.

Аспаптың бұзылмауы және оптикалық бөлшектері ажырап кетпеуі үшін, оны жылыту көзіне жақын жерде сақтауға болмайды.

Штативтер, рейкалар, қадалар тік бағытта арнайы тіреуде (стойка) сақталуы тиіс. Магниттік бағдарламалары бар аспаптарды электрөткізгіш және ферромагнитті материалдан жасалған заттардан 2 м қашықтықта сақтаған жөн. Сақталатын аспаптардың барлығына өтетін жол ашық болуы тиіс.

Аспаптар сақталатын жайдағы ауада аспап пен оның

қаптамасының бұзылуына әсер ететін зиянды қоспалар болмауы керек.

Аспапты суық жерден жылы жайға апарғанда (немесе керісінше), қаптаманы жабық күйінде 1 сағаттай қалдыру керек. Содан кейін қаптаманы біртіндеп ашып, аспапқа қоршаған орта температурасына бейімделуге мүмкіндік беру қажет.

III тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ

3.1. Геометриялық және механикалық сипаттамаларды анықтау

Аспаптың геометриялық өлшемін (соның ішінде габарит өлшемі), қателігі 1 мм-лік бөлгіші бар сызғыш не рулеткамен анықтайды. Сызғышты өлшенетін бөлшекке қойып, тікелей өлшеу қиын жағдайда нутрометр, оптиметр, штангенциркуль немесе катетометр қолданылады.

Жетекші құрылғылардың (бұранда), мысалы алидада немесе көру дүрбісінің шығынын, осы құрылғыларды орнату ауқымының шеткі нүктелеріне сәйкес, есептеу шкалалары (қондырылған немесе қосымша) көрсеткіштерінің айырмашылығы бойынша анықтайды.

Аспаптың жылжымалы бөлшектерінің үйкелу күйінің мезеті мынадай формула бойынша анықталады:

$$M_{m.n}=F \cdot l, \quad (1)$$

мұндағы $M_{т.п.}$ — үйкелу күйінің мезеті; F — динамометрмен өлшенетін үйкелу күйінің күші; l — сызғышпен өлшенетін күш иіні.

Деңгейлеуіштерді бөлу бағасы (цилиндрлік, дөңгелек) экзаменаторда анықталады. Бөлу бағасын есептеу үшін мынадай формула пайдаланылады:

$$\tau = (2\beta n)/r_0; \quad (2)$$

мұндағы r_0 — ампула шкаласының жартылай бөлігіндегі деңгейлеуіші көпіршігі ауысуының орташа мәні; n — экзаменатор бұрандасы қойылатын бөлу саны; β — экзаменатордың өлшеу бұрандасының шкаланы бөлу бағасы.

Геодезиялық аспаптардың есептеу шкалаларының бөлу бағасын, тексерілетін шкаланың өлшенген мәнін, үлгілік шкаламен (шамамен) салыстыру әдісі арқылы анықтайды. Бұл кезде тексерілетін шкаланың бөлу бағасының мәнін μ мына өрнектен алады:

$$\mu = l_0/l ; \quad (3)$$

мұндағы l_0 – үлгілік шкала бойынша есептеу мәні; l – тексерілетін шкала бойынша есептеу мәні.

μ мәнін тексерілетін шкаланы өлшеудің үлгілік құралымен (немесе шарасымен) тікелей өлшеу арқылы, яғни компарирлеу әдісімен алуға болады.

Геодезиялық практикада осы мақсат үшін өзін-өзі мөлшерлеу (самокалибровка) әдісі (мысалы, лимб диаметрлерінің қателігін зерттеу кезінде, шкалалық микроскоп не оптикалық микрометр шкаласын, окуляр микрометрiнiң бөлу бағасы) жиі қолданылады.

Аспап массасын өлшеу дәлдігін шамамен 0,1 кг қамтамасыз ететін кез келген белгілі типті таразыда өлшеп анықтайды.

3.1.1. Оптикалық сипаттамаларды анықтау

Көру дүрбісінің үлкеюін (Γ) дүрбінің оптикалық жүйесінің кіру D_K және шығу $D_{Ш}$ саңылауының диаметрлерін өлшеу нәтижелері бойынша анықтайды (немесе сәйкесінше объектив алдындағы диафрагма саңылауын D_o және дүрбі окулярынан кейін орналасқан диафрагма саңылауының D_K кескінін). Γ мәнін алу үшін мынадай формула қолданылады:

$$\Gamma = D_K/D_{Ш}=D_d/D_K. \quad (4)$$

Кескін диафрагмасы мен шығу саңлауының диаметрін Рамсен диаметрі немесе диоптрий түтігімен өлшейді; D_K және D_d мәндерін дәлдігі 0,1 мм сызғышпен не штангенциркульмен өлшейді.

Дүрбінің көру өрісінің бұрышын 2ω алдын ала ұзын фокусты коллиматор немесе қашық зат бойынша шексіздікке фокусталған тексерілетін көру дүрбісінің объективі алдында орналастырылған кең бұрышты коллиматор шкаласы арқылы анықтауға болады. Шкала бойынша есептеулер көру өрісінің шеті бойынша алынады, содан кейін 2ω мәнін сипаттайтын есептеулер айырымын анықтайды.

Бұрыш өлшеуіш аспаптар үшін дүрбінің көру өрісінің бұрышын жергілікті жердің бір нүктесіне, дүрбінің көру өрісінің шетін екі рет апарғанға сәйкес келетін лимб және есептеу айырымы бойынша алады.

Егер аспаптан S қашықтықта алыстатылған зат кеңістігіндегі дүрбінің көру өрісінің сызықтық өлшемі (E) белгілі болса, көру өрісінің бұрышын мынадай формула бойынша есептеуге болады:

$$2\omega = (E\rho')/S, \text{ мұндағы } \rho' = 3438. \quad (5)$$

Дүрбінің көру өрісі ортасындағы шекті мәнінің ($PШ$) рауалы мәні мынадай формула бойынша анықталады:

$$PШ = (120 \cdot k)/D_K = (120 \cdot k)/\Gamma - D_{III}; \quad (6)$$

мұндағы $k=1,2—1,5$ — аспаптың нормативтік-техникалық құжаттамасынан алынған эмпирикалық коэффициент.

Көру дүрбісінің оптикалық жүйесінің жарық өткізу ($K_{ж\theta}$) және жарық шашырау $K_{жш}$ коэффициенттерін шарлық фотометриялық қондырғыда анықтайды. Жарық өткізу коэффициентінің мәнін мынадай формула бойынша анықтайды:

$$K_{ж\theta} = \Phi_1/\Phi; \quad (7)$$

мұндағы Φ_1 — дүрбіден тең өткен, фотоэлектрлік индикатор қабылдаған жарық ағыны; Φ — фотометриялық қондырғы шығарған жарық ағыны.

Жарық шашырау коэффициентінің ($K_{жш}$) мәнін мынадай формула бойынша алады:

$$K_{жш} = B_1/B_2 ; \quad (8)$$

мұндағы B_1 – шарлық фотометрдің ішкі бөлігі аясында жарықтандыру бойынша біркелкі орналасқан қара дене кескінінің сыналатын түтікпен жасалатын жарықтылығы; B_2 – кескінінің жарықтылығы. $K_{жө}$ мен $K_{жш}$ мәндерін анықтау қателігі 1–2 %.

Оптикалық жүйе беретін кескін сапасын, оптикалық орындықта нүктелік диафрагманың дифракциялық суреті бойынша көз мөлшерімен бағалайды. Бұл кезде боялған кескін дәрежесі, оптикалық құрам бөліктердің центрлеу сапасы, кескін айқындылығы мен контрастылығы анықталады.

Көру дүрбісінің қашықтық өлшеуіш коэффициентін (K) мынадай формула бойынша анықтайды:

$$K = (S_0 - \delta S_\alpha - C)/L; \quad (9)$$

мұндағы C – аспап құжатынан алынатын қашықтық өлшеуіштің тұрақты қосылғышы; δS_α – өлшенетін сызық еңісіне түзету; S_0 – бақылау базисі интервалы ұзындығының мәні; L – көру дүрбісі торының қашықтық өлшеуіш штрихы бойынша алынған, рейка бойынша есептеу айырмашылығы.

K -ны анықтау үшін, әдетте, базистің кем дегенде 5–6 интервалы қолданылады. K мәнін зертханалық жағдайда, үлгілік теодолиттің вертикаль дөңгелегімен параллактикалық бұрыш ψ өлшенеді. Ол тордың қашықтық өлшеуіш штрихтары арасындағы бұрыштық қашықтыққа сәйкес келеді. K коэффициенті бұл кезде мынадай формула бойынша есептеледі:

$$K = ct \psi. \quad (10)$$

ψ бұрышты өлшеу кезінде саналатын және үлгілік аспаптың көру дүрбісі, олардың шығу қарашықтарының қателігі 1 мм-дей болып, бір оптикалық оське мұқият бекітілуі керек.

3.1.2. Электрлік сипаттамаларын анықтау

Қорек көзінің кернеуін қорек (аккумулятор, батарея) блогының шығу клеммасына қосылған вольтметр көмегімен тексереді. Аспаптың электр тізбегіндегі ток күшін амперметрмен бақылайды.

Пайдаланған қуатты P мынадай формуламен есептейді:

$$P=IV; \quad (11)$$

мұндағы V – қорек көзінің кернеуі, вольтпен; I – ток күші, ампермен P мәнін (Вт) белгілейді.

Электрмагниттік қашықтық өлшеуіштің маңызды сипаттамасы, тірек генераторының масштабтағы жиілігінің тұрақтылығы болып табылады; оның номинал мәннен ауытқуымен сипатталады. Жиілік мәнін, дәлдігі жоғары жиілік өлшеуішпен тексерілетін аспап конструкциясындағы өндірілетін жиіліктің сәйкес шығуына қосылғаннан кейін анықтайды. Салыстырмалы түрде жиілік ауытқуын мынадай формуламен анықтайды:

$$\Delta f/f=(f_u-f_o)/f_o; \quad (12)$$

мұндағы f_o – жиіліктің номинал жиілігі; f_u – жиіліктің өлшенген мәні.

Егер белгілі бір уақыт t аралығынан кейін жиілік мәні f'_u алынса, онда айырмасын, $\Delta f=(f'_u-f_o)$ белгілі бір уақыт t аралығындағы жиіліктің уақытша тұрақсыздығы сипаттайды.

3.1.3. Негізгі метрологиялық сипаттаманы анықтау

Геодезиялық аспаптардың негізгі метрологиялық сипаттамалары ретінде, әдетте өлшеудің орташа квадраттық қателігі алынады (мысалы, теодолитте – бұрыш, нивелирде – өзара биіктік, қашықтық өлшеуіште – қашықтық).

Негізгі метрологиялық сипаттамаларды бағалаудың бірнеше әдісі белгілі:

ықтимал қателік бойынша v ретті тәуелсіз тең нүктелі өлшеу:

$$m = \sqrt{(\sum v^2)/(n1)} \quad (13)$$

шамалардың өлшенген мәнін өлшеудің үлгілік (эталон) құралдары арқылы алынған мәннен Δ ауытқуы бойынша:

геодезиялық өлшеуде ω өлшеу алшақтығы бойынша:

$$m = \sqrt{(\sum \omega^2)/qn} \quad (15)$$

екі тәуелсіз өлшеу d айырымы бойынша:

$$m = \sqrt{(\sum d^2)/(2n)} \quad (16)$$

мұндағы q – өлшенетін геодезиялық өлшем саны; n – қателік саны.

m мәнін бағалау әдісін таңдау – бақылау-өлшеу жабдықтарымен, артық ақпарат алу мүмкіндігімен, сыналатын аспаптың міндеті мен қолдану жағдайына қарай анықталады.

Негізделген жағдайда, аспаптың метрологиялық жарамдылығын жүйелік m_σ және кездейсоқ m_δ құраушылар мәнін ескеріп, элемент бойынша бақылау әдісі жүргізіледі:

$$m = \sqrt{m_\delta^2 + \sum m_\sigma^2} . \quad (17)$$

Осы теңдеуді ескеріп, n тәсілдерінің орташа нәтижесінің орташа квадраттық қателігін мынадай формула бойынша есептейді:

$$M = \sqrt{\frac{1}{n} \sum m_\delta^2 + \sum m_\sigma^2 + \sum m_\theta^2} \quad (18)$$

мұндағы m_θ – қалған жүйелік қателіктің орташа квадраттық әсері.

Орташа квадраттық қателіктен шектіге өту белгілі қателіктің таралу заңы мен берілген сенімді ықтималдық негізінде іске асырылады.

Соңғы кезде интервалды анықтайтын сенімді қателік көмегімен өлшеуді бағалау қолданылады; өлшенетін шаманың нақты мәні берілген ықтималдықпен p болады. Басқаша айтқанда, p ықтималдығымен $|\Delta| \leq \Delta_0$ шарты орындалады.

Метрологиялық практика мен теорияның кейбір жағдайларында өлшеу сапасын бағалау үшін, қателіктің энтропиялық мәні қолданылады:

$$\Delta_0 = km; \quad (19)$$

мұндағы k – өлшеу қателігінің таралу заңы түріне байланысты энтропиялық коэффициент ($k = 2,07$).

Аспаптың кейбір түрлері, мысалы қашықтық өлшеуіш үшін өлшеудің абсолюттік қателігін мынадай теңдеумен өрнектейді:

$$\Delta = \pm (a + bx); \quad (20)$$

мұндағы a және b – теңдеу параметрлері (тұрақты); x – өлшенетін шама (қашықтық өлшеуіш үшін x ретінде өлшенетін қашықтық S алынады).

Теңдеудің a және b параметрлерін ең аз квадрат әдісімен немесе регрессия теңдеуі негізінде статистикалық жолмен анықтайды.

ГСИ мынадай формула бойынша анықталатын келтірілген қателікті қолдануға рұқсат етеді:

$$\gamma = \pm \Delta / x_N; \quad (21)$$

мұндағы x_N – келтірілген қателікті есептеу кезіндегі өлшеудің абсолют қателігі жататын шама мәні.

Геодезиялық аспаптардың негізгі метрологиялық қателігін анықтау әдістері аспаптардың нақты типіне, стандарттары мен техникалық жағдайларында келтіріледі (айтылады).

3.1.4. Су және тозаңнан қорғауға сынау

Аспапты тозаңнан қорғауға сынау көлемі, тозаң қоспасы көлемінен 1000 есе артық тозаң камерасында жүргізіледі. Тоzaң қоспасы құрамына мөлшері 0,2 мм-ден көп емес бөлшектер кіреді: 60-70 % құм, 15-20 % бор, 15-20% каолин. Оралған қаптамадағы аспапты камераға қойып, жылдамдығы шамамен $15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ауа ағынымен үрлейді. Сынау ұзақтығы 0,5; 2; 4 және 8 сағат.

Судан қорғауға сынауды – оралған қаптамадағы аспапты су шашу қондырғысында сынайды. Сынау кезінде аспап суды бүркудің түсу бұрышы шамамен 45° жаңбырдың төбеден біркелкі әсеріне сай келтіріледі. Жаңбыр қарқындылығы 1 минутта (5 ± 2) мм, әсер ұзақтығы 0,5–2 сағат. Су температурасы (15 ± 10) $^\circ\text{C}$, ал ауа температурасы температура-сына тең немесе одан сәл көп болуы керек.

Су бүркуі мен тозаң қорғауға сынағаннан кейін аспапты қаптамадан алып қарайды. Егер өлшеуді қиындататын немесе оның жұмыс сапасы мен сенімділігін нашарлататын шаң-тозаң не ылғал түссе, аспап жарамсыз деп есептеледі.

3.1.5. Ылғалдылыққа сынау

Геодезиялық аспаптарға жоғары ылғалдылықтың әсерін сынау (20 ± 3) $^\circ\text{C}$ температурада салыстырмалы ылғалдылық 95–100% режимін қамтамасыз ететін ылғал камерасында жүргізіледі. Бұл кезде жинақтың құрамды бөліктерін ылғал камерасына қойып, НТҚ-да аспапқа қойылған уақыт (әдетте 6 – 8 сағ) бойы ұстайды.

Аспапты камерада ұстауға дейін және кейін, оның құжаттамада көрсетілген сипаттамаларын тексереді. Аспап камерада болғанда бөлшектердің сыртқы бетінің бұзылмауы, коррозияға ұшырамауы, оптикалық бөлшектерінде қақ түзілмеуі, қозғалмалы бөлшектердің жұмысының нашарламауы, индикатор және есептеу құрылғылары істен шықпауы қажет.

3.1.6. Төмен атмосфералық қысымның әсеріне сынау

Аспаптың төмен атмосфералық қысым кезінде жұмыс қабілеттілігін, аспапты барокамераға қойып сынайды. Қалыпты жағдайда оның сипаттамасын бақылайды. Содан кейін камераны жауып, ондағы қысымды 613,3 гПа-ға (460 мм сын. бағ.) дейін төмендетіп, осы жағдайда аспапты 2-3 сағат бойы ұстайды. Бұдан кейін барокамерадағы қысымды сыртқы атмосфералық қысымға дейін көтеріп, қайтадан белгіленген бағдарлама бойынша сипаттамасын бақылайды. Содан кейін оны бастапқы мәнімен салыстырады.

3.1.7. Температураның әсеріне сынау

Аспапты қолданудың жұмыс жағдайына сәйкес жоғары (төмен) температура әсеріне сынау былай жүргізіледі.

Аспапты жылу (суық) камерасына қойып, жұмыс жағдайына келтіріп, сынаудың осы түріне арналған НТҚ-да белгіленген сипаттамаларда бақылайды.

Камерадағы температураны жоғары (төменгі) жұмыс мәніне (геодезиялық аспаптар үшін жоғары мән +40 - +50 °С, төменгі температура – 25 – -40°С) дейін өзгертеді; берілген режимнен шекті ауытқу $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Сыналатын аспапты берілген температурада 2 сағаттай ұстайды. Содан кейін камерадағы температураны өзгертпей, аспапты жұмыс жағдайына келтіріп, қайтадан оның сипаттамасын белгіленген бағдарлама бойынша тексереді. Сонымен қатар, аспаптың сыртқы көрінісін, қозғалмалы бөлшектері мен басқару пернелерінің жұмыс қабілеттілігін тексереді.

Әрі қарай, камерадағы температураны қалыпты мәнге дейін төмендетіп (жоғарылатады), осы температурада 1 сағаттай ұстайды. Аспапты жұмыс жағдайына келтіріп, қайтадан бағдарламада белгіленген сипаттамаларын тексереді. Аспапты алдын ала температуралық режим белгіленген камераға қояды. Бұл жағдайда аспапты қаптамасымен камераға қойып, камерадан қаптамасымен шығару керек. Оны қаптамадан 1

сағаттан кейін алу қажет.

Тасымалдау жағдайына сәйкес жоғары (төменгі) температура әсеріне сынау да, жылу (суық) камерасында жүргізіледі. Тасымалдаудың жоғары (төменгі) температурасының шекті мәні $\pm 60^\circ\text{C}$ -қа дейін жетуі мүмкін.

Сынауға дейін аспапты сынаудың осы түрі үшін бекітілген сипаттамасына сәйкестілігі тексеріледі. Содан кейін аспап пен жинақтың құрамды бөліктерін қаптамамен жылу (суық) камераға қойып, температураны берілген мәнге дейін $\pm 3^\circ\text{C}$ ауытқумен жоғарылатады (төмендетеді). Әрі қарай аспапты камерасына берілген температурада 2–3 сағат бойы ұстайды. Камерадағы температураны қалыпты мәнге дейін төмендетеді (жоғарлатады) де, 1 сағаттай ұстайды. Содан кейін ашып, сынаудың осы түріне арналған сипаттамаларды өлшейді.

Аспапты қаптамамен алдын ала режімі белгіленген камераға қойып, камерадан режімді өзгертпей алу керек. Ол сынау бағдарламасында және аспап НТҚ-ында сипатталған.

3.1.8. Дірілге сынау

Аспаптың дірілге сынаудағы дірілдің әсер ету ұзақтығы 1 сағат, $1\text{--}80$ Гц жиілік арқылы, үдеу режімінің шегі $1\text{--}5\text{ мс}^{-2}$.

Бақылауға дейін бақылаудың осы түріне арналған НТД-да, бағдарламада қарастырылған сипаттамалар тексеріледі. Содан кейін аспапты қаптамаға салып, діріл тақтасына бекітеді.

Сынаудан кейін аспапты жұмыс жағдайына келтіріп, сырттай қарап, байқап көреді; сынаудың осы түрі үшін бекітілген сипаттамаларды өлшейді. Егер бақыланатын сипаттамалардың өзгерісі шекті мөлшерде болып, сырттай ақауы болмаса, аспапты діріл сынауынан өтті деп есептейді.

3.1.9. Соққыға беріктігін сынау

Аспаптың соққыға беріктігін сынау соққы жиілігі $80\text{--}100$ 1/мин және соққы импульсі $2\text{--}10$ мс, көп еселі соққы үшін $5\text{--}25\text{ мс}^{-2}$ және соққы импульсі $2\text{--}5$ мс бір соққы үшін $20\text{--}50\text{ мс}^{-2}$ үдеуді

қамтамасыз ететін соққы стендісінде жүргізіледі. Соққыға төзімділікті сынауды жүргізу әдістемесі, аспапты дірілге беріктігін сынауда сипатталғанға ұқсас.

Күрделі геодезиялық аспаптардың кейбір түрлерін аспапты жүк машинасында 2 және 3 санатты тегістелмеген жолмен, 150-200 км қашықтықта, орташа жылдамдығы $30 \text{ км} \cdot \text{сағ}^{-1}$ тасу арқылы көп еселі соққы әсеріне беріктігін сынайды.

3.1.10. Сенімділікке сынау

Бұл сынау кезінде аспаптың осы түрі үшін бекітілген істен шықпау көрсеткіштері анықталады.

Істен шықпай жұмыс істеу ықтималдығының төменгі шегін мынадай формула бойынша есептейді:

$$P_n = \left(1 - \frac{N_0}{qkr_1} \right); \quad (22)$$

мұндағы N_0 – істен шығу саны; q – аспаптың тексерілген элементтерінің саны; k – сыналған аспап саны; r_1 – статистикалық коэффициент.

Егер істен шығу тіркелмесе ($N_0 = 0$), істен шықпауды бағалау үшін мынадай формула қолданылады:

$$P = 1 - \frac{r_0}{qk}; \quad (23)$$

мұндағы r_0 — статистикалық коэффициент, ол берілген сенімді ықтималдық (p) кезінде кестеден алынған.

$N_0 \neq 0$ кезінде таңдама көлемін мынадай формуламен анықтайды:

$$qk \geq (5N_0)/r_1 \quad (24)$$

Істен шығудың орташа қарқынын (λ) мынадай теңдеуден

алуға болады:

$$\bar{\lambda} = \frac{N_0}{kT + (k - N_0)T}; \quad (25)$$

мұндағы T – істен шығу атқарымы.

λ ескеріп, істен шығудың орташа мәні:

$$T_{\text{орт}} 1/\lambda \quad (26)$$

Гамма-пайыздық ресурсты (мысалы, $\gamma=90\%$ кезінде) мынадай формула бойынша табуға болады:

$$\overline{T}_{\gamma} = \frac{I}{\lambda} \left(-\ln \frac{\gamma}{100} \right). \quad (27)$$

Кейбір геодезиялық аспаптар үшін сенімділіктің кешенді көрсеткішін, мысалы дайындық коэффициентін анықтаған дұрыс:

$$K_{\Gamma}(T_o) = \sum T / (\sum T + \sum T_B);$$

мұндағы $\sum T$ – пайдалану кезеңіндегі T_0 – аспаптың жиынтық атқарған жұмысы; $\sum T_B$ – жұмысты қалпына келтіруге жұмсалған жалпы уақыт.

$K_{\Gamma}(T_o)$ көрсеткіші аспаптың істен шықпауын ғана емес, оны жөндеуге болатынын да көрсетеді.

Таңдама көлемі, істен шығу критерийлері (өлшемдері), сондай-ақ сенімділікке сынау жүргізу шарттары да нақты аспаптарға НТҚ-да белгіленуі тиіс. Сенімділікке бақылау сынаулары, әдетте кезеңдік сынаулармен қатар жүргізіледі.

IV тарау 4. БАҚЫЛАУ-ӨЛШЕУ ЖАБДЫҚТАРЫ

4.1. Геодезиялық аспаптарды тексеруге арналған бақылау-өлшеу жабдықтарын жіктеу

Геодезиялық аспаптарды тексеруге және сынауға геодезиялық өлшеу сипатына және салыстырмалы жоғары дәлдігіне, аспап конструкциясының күрделілігіне байланысты алуан түрлі жабдықтар пайдаланылады.

Бақылау-өлшеу жабдықтары мен аспаптарын жалпы техникалық және арнайы міндетіне қарай ажыратады. Бақылаудың жалпы техникалық құрал-жабдықтары аспап жасауда, машина жасауда, станок жасауда, т.б. салаларда қолданылады. Арнайы құрал-жабдықтар геодезиялық техникаларды бақылауға арналған және геодезиялық аспаптарды дайындаушы – зауытта, сондай-ақ геодезиялық аспаптарды пайдалануда қолданылады.

Бақылау-өлшеу жабдықтарын міндетіне қарай мынадай топтарға бөледі:

- 1) бұрыш өлшеуге арналған аспаптар;
- 2) сызықтық өлшеуге арналған аспаптар;
- 3) электр және радиоөлшеуіш аспаптар;
- 4) көзбен шолып бақылауға арналған аспаптар.

Конструкциялық тұрғысынан бақылау-өлшеу аспаптарын – штрихтық, микрометрлік, рычагтық-механикалық, рычагтық-оптикалық, оптикалық-механикалық, радиоөлшеуіш деп бөледі.

Өлшеу объектісі және аспаптың сезгіш элементі байланысының сипаты бойынша жапсарлы және жапсарлы емес құрылғыларды *жобалық* және *интерференциялық* деп бөлуге болады.

Оптикалық-механикалық аспаптардың ішінен техникалық құрал-жабдықтарды екі түрге бөлуге болады: тікелей әрекет ететін және салыстыру. Салыстыру аспаптары көмегімен өлшенетін шаманың оны аттестацияланған өлшемнен (оптиметрлер, катетометрлер), салыстыру арқылы мәнін алады. Тікелей әрекет ететін аспаптар бақыланатын объект өлшемін

тікелей есептеу құрылғысы (мысалы, микроскоп, ұзындық өлшеуіш) арқылы анықтауға мүмкіндік береді.

Ұзындық өлшемдері ішінен штрихтық және соңғы өлшемдерді бөлуге болады. Штрихтың өлшемі де, өлшем шегіндегі жалпы мөлшер мен интервалдар сәйкес келетін екі штрих осьтері арасындағы қашықтықпен анықталады. Соңғы өлшем мөлшері, өлшемдер шектелетін жазықтық арасындағы қашықтықпен анықталады.

Радиоөлшеуіш аспаптар түрлендіру типі бойынша – индукциялық, сыйымдылық, электрондық, фоторезисторлық, потенциометрлік, гальваноманниттік, т.б. деп жіктеледі. Тексеру практикасында алғашқы үш типі едәуір кең қолданылады.

Бұрыш мөлшерін бақылау құралдарын, аспап конструкциясында іске асырылатын өлшем типтері бойынша жіктеуге болады. Осы белгі бойынша бақылау-өлшеу аспаптарын үш түрге ажыратады:

1) көп жақ, плитка, бұрыш, шаблон түріндегі бұйым прототипі («қатаң өлшемдер»);

2) өлшенетін бұрыш, бұрыш өлшеуіш шкала интервалының сәйкес мәнінен салыстырылатын тригонометриялық құрылғы;

3) өлшемі екі жағы сызықтық өлшеу әдісі құралдарымен есептелген, тік бұрышты үшбұрыш бұрышы болып табылатын тригонометриялық құрылғы.

Практикада бақылау-өлшеу тексеретін және сынау құралдарының жіктелімі алуан түрлі. Көбінесе өлшеу аспаптарының көп түрлері мен типтерін әрекет ету принципі, конструкциялық шешімін, өлшемді іске асыру әдістері, т.б. бойынша бөлу тиімді.

Бақылау-өлшеу жалпы техникалық және арнайы аспаптар мен құрал-жабдықтарды тексеру практикасында, әдетте бақыланатын аспаптың негізгі метрологиялық сипаттамасын бағалау кезінде үлгі құралы ретінде, сондай-ақ аспаптың жеке параметрлері мен сипаттамаларын анықтауда қолданылады.

4.1.1. Коллиматорлар

Коллиматор деп – сәуленің параллель шоғырын, яғни шексіз алыс нысананы елестетуге (имитация) арналған оптикалық жүйені айтады. Коллиматорлар, әдетте зертханалық жағдайда бұрыш пен бағытты өлшеу кезінде көздеу нысаны (бағытты көрсетуші) ретінде қолданылады.

Коллиматордың негізгі бөліктері, фокаль жазықтығында өлшеу элементтері ретінде әр түрлі шкаласы бар торлар, нүктелік диафрагмалар қолданылады. Ол жарық беруші өлшенетін элементке жеткілікті және біркелкі жарық түсуін қамтамасыз ету үшін пайдаланады.

Объектив, өлшеуіш элемент және жарық беруші ортақ металл түтік ішіне монтаждалады; кейде коллиматор окуляр микрометрмен толықтырылады, сонда ол өлшеуіш аспапқа айналады.

Коллиматордың фокустық ара қашықтығы кең ауқымда ажыратылады; фокустың ара қашықтығы 250, 300 – 350, 400, 500 және 1000 мм коллиматорлар геодезиялық практикада едәуір көп қолданылады. Фокустық ара қашықтық неғұрлым көп болса, өлшеу солғұрлым дәл болады.

Объективтің бұрыштық өрісін (2ω), әдетте көптеген коллиматорлар үшін құрады $1-3^\circ$, бұл көптеген практикалық мақсат үшін жеткілікті. Телескоптық жүйенің бұрыштық өрісін анықтауға қолданылатын көпбұрышты коллиматорларда $2\omega = 40-50^\circ$. Объективтің салыстырмалы саңылауы $1:4-1:15$, бұл объективті есептеу кезінде абберрацияны (ауытқу) оңай жоюға мүмкіндік береді.

Коллиматорлар тіреуіште немесе кронштейнде орналастырғанда, жұмыс жағдайына келеді. Коллиматорлар ретінде көру өрісіне жарық түсірілген нивелирлер мен теодолиттердің дәлдігі жоғары көру дүрбісі қолданылуы мүмкін.

4.1.2. Автоколлиматорлар

Автоколлиматорлар – автоколлимация әдісімен кішкентай бұрыштарды өлшеуге арналған. Олар оптикалық-механикалық бұрыш өлшеуіш аспаптарға жатады.

Автоколлиматор шифрында «У» әрпі «унифицированный – бірыңғайландырылған» дегенді білдіреді. Тіреуіш пен көру дүрбісінің габаритті мөлшері, оптикалық микрометр, аспап керек-жарағы үйлестіріледі (унификация). Үйлестіруге дейін зертханалық практикада бір жазықта қателігі 1,5-тен артық емес өлшем үшін АК-0,25 автоколлиматоры едәуір кең қолданылды.

АК-0,25 автоколлиматоры негізінде өлшеу шкаласы 0,1" бөлу бағасы бар фотоэлектрлік аспап ЦФ-2 жасалды. Аспап сезгіштігі көздеудің фотоэлектрлік жүйесіне байланысты жоғарылатылды. Содан кейін сандық есептегіші бар АФ-1Ц фотоэлектрлік автоколлиматоры шығарылды. Оның өлшеу ауқымы 10'. Сандық есептеу дискреттілігі – 0,1 және 0,2".

Тұтынушы тапсырысы бойынша автоколлиматор жиынтығына автоколлимациялық шкаласы бар қосалқы окулярлық саптама, айна, көпжақты призма, электр жабдықтары, аспапқа техникалық қызмет ету және күту керек-жарақтары қосылады.

4.1.3. Катетометрлер

Катетометр – сызықтық өлшеудің оптикалық-механикалық жапсарлы емес құралдарға жатады. Катетометр пайдаланылатын негізгі сала – бөлшек мөлшерін өлшеу, ірі габаритті бұйымдардың координаталық өлшеуін орындау.

Катетометрмен өлшеу принципі – аспаптан біршама қашықтықта орналасқан анықталатын кесінді ұзындығын, өлшенетін кесінді ұшына бірізді көздеу арқылы аспапқа қондырылған штрихтау өлшемімен салыстырып анықтауға негізделген.

Метрологиялық практикада катетометр тік бағытта рейкаларды тексеруге, сондай-ақ нивелирдің негізгі қателігін анықтауға арналған.

4.1.4. Штрихтық өлшемдері

Штрихтық өлшемдер – сызықтық өлшеудің көп мәнді құрамына жатады. Геодезиялық практикада дәлдіктің 5-классына жататын IV типті штрихтық өлшемдер қолданылады.

Штрихтық өлшемдер – болаттан, жезден, инвардан (темір мен никель қорытпасы), инварстабильден, оптикалық шыныдан жасалады. IV типті штрихтық өлшеуде өлшемнің шеті осьтік сызық қызметін атқарады.

Геодезиялық практикада штрихтық өлшемдер нивелир, тахеометрия және қашықтық өлшеуіш рейкаларын, сондай-ақ басқа аспаптардың, сызықтың мөлшерін бақылау үшін қолданылады.

IV типті штрихтық өлшем жинақтамасына – ағаш қаптау, екі лупа (ұлғайтқыш) және қондырылған термометр кіреді.

4.1.5. МК-1 компараторы

МК-1 компараторы сызықтық өлшеу өлшемдерін бақылауға арналған оптикалық-механикалық құрал-жабдыққа жатады.

МК-1 компараторы үлкен кронштейнге немесе тас бағанға орнатылған рельсті жолдан; тексерілген жұмыс өлшемдерін араластыруға арналған арбадан; кронштейнге бекітілген жылжымайтын екі микроскоптан; екі инвар штрихтың өлшемінен (оның біреуі қосалқы); компараторға техникалық қызмет ету және күту керек-жарақтары мен құрал-саймандарынан тұрады.

Үлгі құралы ретінде қолданылатын инвар штрихтың өлшемде бір-бірінен 1 м қашықтықта орналасқан екі шкаласы бар; әрбір шкала қысқа он және бір орташа (ұзартылған) штрихтан тұрады. Шкаланың орташа штрихтары арасындағы қашықтықтың штрихтық өлшем ұзындығын анықтайды. Шкала бойынша есептеу дәлдігі 1 мкм-ге дейінгі микроскоп-микрометр көмегімен жүргізіледі.

4.1.6. Аббе компараторы

Аббе компараторы – салыстырмалы түрде ұзын емес кесіндіні жоғары дәлдікпен өлшеуге арналған оптикалық-механикалық салыстыру аспабына жатады.

Аббе компараторы мынадай негізгі бөліктерден тұрады: құрал үстелі, тұтас металл плита түріндегі тұғыр; жұмыс өлшемдері; кронштейнде орналастырылған қондырғылық және өлшеу микроскоптары; окуляр микрометрі; айналы жарықтандырғыш; бекітіп тұратын және реттейтін керек-жарақ; термометр. Жұмыс өлшемі ретінде жеке штрихтардың орналасу қателігі 0,1 мкм-ден көп емес шыны пластинаға түсірілген штрихты өлшем қолданылады.

4.1.7. Өлшеу микроскоптары

Өлшеу микроскоптары – тікелей әрекет ететін сызықтық-бұрыштық өлшеудің оптикалық-механикалық құрал-жабдықтарына жатады. Микроскоп көмегімен қарама-қарсы және тік бұрышты координатадағы зат мөлшерін, аспап элементтерінің бұрыштық мөлшерін, дөңгелек радиусын, саңылау диаметрін, сыртқы бұранда (резьба) сипаттамасын өлшейді. Қолданыстағы стандартқа сәйкес УИМ-200, УИМ-200Э, УИМ-500Э микроскоптары және құрал-саймандық микроскоптың үш типі: кішкентай ММИ, үлкен БМИ және бинокулярлық БИМ микроскоптар шығарылады.

Өлшеу микроскоптарының негізгі элементтері: табаны кронштейн, бағыттаушы каретка (күймеше), көздеу құрылғысы, есептегіш оптикалық жүйе, электр жарығының бөлшектері.

4.1.8. Экзаменаторлар

Экзаменаторлар – тікелей әрекет ететін бақылау-өлшеу аспаптарына жатады. Олардың негізгі міндеті – деңгейлеуішін тексеру және зерттеу. Геодезиялық аспаптарды тексеру кезінде экзаменатор кішкентай бұрыштарды өлшеуге немесе еңісті

беруге қолданылуы мүмкін. Конструкциялық орындау тұрғысынан экзаменаторлар – *механикалық, интерференциялық және электрондық* болып негізгі үш типке бөлінеді. Экзаменатордың негізгі элементтері: бекітіп тұратын керек-жарақтары бар үлкен тұғыр; аспапты немесе зерттелетін деңгейлеуішті бекітуге арналған үстелше; үстелше еңісін өлшеуіш (датчик); экзаменатордың кейбір типтерінде үстелше зерттелетін деңгейлеуішті температура әсерін сақтау үшін мөлдір қақпақпен жабылады.

Практикада механикалық экзаменаторлар едәуір көп қолданылады; олардың штанга еңісі, үстелшесі мынадай құрылғылардың бірімен реттеліп өлшенеді: микрометрлік бұранда, топсалы (шарлар) құрылғы, механикалық сына мен бұрыш өлшеуіш шкала. Сонымен қатар, дөңгелек экзаменаторлар да бар; олардың көлденең оське бекітілген үстелше еңісін вертикаль дөңгелек лимбімен өлшейді.

Механикалық экзаменаторға, өлшеудің едәуір үлкен ауқымы тән; шкаланың бөлу бағамы, әдетте 1", 5", сирек 20-30" ретті таңдалады. Механикалық экзаменатор жұмысының дәлдігі мен сенімділігі винт, осьтік жүйенің дайындалу ақауына және бұранда, ось, өкшеліктің (подпятник) тозу салдарынан жұмыс тұрақсыздығына байланысты шектеулі болады. Аталған кемшіліктер, интерференциялық және электрондық экзаменаторларда сирек кездеседі.

Интерференциялық (сыналы) экзаменаторда ЦНИИГАиК үш шар тірек болып табылады: оның біреуі сыналы механизммен тік бағытта орналастырылады, ал екеуінде экзаменатор плита-үстелі орнатылады. Сына өлшеуіш винт арқылы жылжытылады. Сыналы механизмді эталондау үшін экзаменатор Уверский интерферометрімен жабдықталған. Оның көмегімен монохроматты жарықтың интерференциялық жолақ санымен, штанганың тік бағыт бойынша орын ауыстыруын өлшейді. Экзаменатордың өлшеу ауқымы салыстырмалы түрде үлкен емес, бар - жоғы 60", барабанның бөлу бағаны шамамен 1", бөлу бағамын анықтау қателігі 0,01".

Электрондық экзаменаторларда үстелше еңісін өлшеуіш –

инструкциялық датчик болып есептеледі. Оның алдындағы типтен айырмашылығы – электрондық экзаменаторлар тар ауқымды (1–2' шегінде) және кең ауқымды (ондаған минут) болуы мүмкін. Шкаланың бөлу бағамы секунд үлесінен бірнеше секундқа дейін белгіленуі мүмкін. Деңгейлеуішті бөлу тізбегін анықтау дәлдігі бойынша, электрондық экзаменаторлардың басқа типті экзаменаторлардан кейбір артықшылықтары бар. Электрондық экзаменатордың индикатор құрылғысының жұмыс принципі, электрондық деңгейлеуіште қабылданған индукциялық типтіге ұқсас.

Бақылау сұрақтары.

1. Геодезиялық аспаптардың міндеті.
2. Геодезиялық аспаптарға қойылатын негізгі талаптар.
3. Геодезиялық аспаптардың жіктелуі, стандартталуы.
4. Геодезиялық аспаптарды жасау тарихы.
5. Геодезиялық аспаптарды стандарттау мақсаты.
6. Геодезиялық аспаптарды стандарттаудың негізгі мәселелері.
7. Геодезиялық аспаптарды стандарттау принциптері.
8. Стандартты жасау кезеңдері.
9. Геодезиялық аспаптарды жасаудағы стандарттау және ғылыми-техникалық прогресс.
10. Стандарттың міндетті талаптарын бұзғаны үшін жауапкершілік.
11. Стандарттау жөніндегі органдар мен қызметтер.
12. Геодезиялық аспаптарға топографиялық-геодезиялық өндірістің қандай талаптары қойылады?
13. Геодезиялық аспаптарды жіктеу.
14. Аспаптардың тәжірибелік үлгілерін қабылдау сынауларын жүргізуді ұйымдастыру, оның реті.
15. Мемлекеттік сынаулар жүргізу кезіндегі міндеттер.
16. Сынаудың басты мақсаты.
17. Тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды орындау процестерінде қандай техникалық құжаттамалар керек?

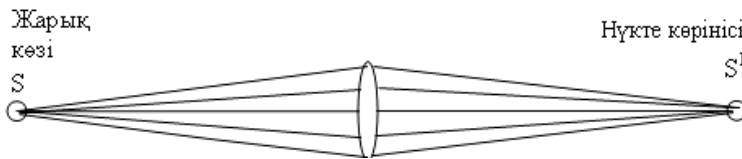
18. Геодезиялық аспаптар жасаудың негізгі тенденциясы.
19. Геометриялық және механикалық сипаттамаларды анықтау.
20. Оптикалық сипаттамаларды анықтау.
21. Электрлік сипаттамаларды анықтау.
22. Негізгі метрологиялық сипаттамаларды анықтау.
23. Бүркін және тозаң қорғауға сынау.
24. Ылғалдылыққа сынау.
25. Төмен атмосфералық қысымның әсерін сынау.
26. Температура әсеріне сынау.
27. Дірілге беріктігін сынау.
28. Соққыға беріктігін сынау.
29. Сенімділікке сынау.

V тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ ОПТИКАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІ

5.1. Геометриялық оптикадан мәлімет

5.1.1. Геометриялық оптиканың негізгі заңдары

Геодезиялық аспаптардың негізгі жүйелері геометриялық оптиканың принциптеріне негізделген. Геометриялық оптиканың барлық заңдарының негізі, жарық, яғни жарық нүкте болып есептеледі. Бірыңғай ортада жарық бір түзудің бойымен таралады. Жарық сәуле шығарып тұрған нүктенің (S) айналасымен шексіз шоғыр жасап, сәулелер жан-жаққа таралады (2-сурет).



2-сурет. Сәуленің таралуы

Егер осы сәуле шоғырының жолына диафрагманы (саңылауы бар пластинаны), оптикалық жүйені орнатса, шектелген шоғырды (S^1) аламыз. 1-суреттегі S оптикалық жүйеге кіретін жарық нүкте немесе сәуле шоғырының центрі, оны зат деп есептейміз. Ал S^1 – оптикалық жүйеден шығатын шоғыр центрі, оны заттың бейнесі деп айтады.

1. Жарықтың бір түзудің бойымен таралуы

Егер жарық кедергіден, кішкентай саңлақтан, оптикалық жүйеден өтпесе, бірыңғай ортада бір түзудің бойымен таралады.

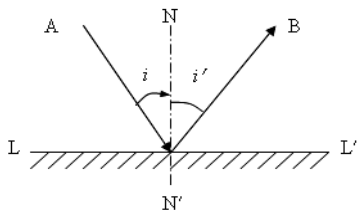
2. Жарықтың шағылысу заңы

А жарық сәулесі жылтыр бетке LL' түскен кезде (3-сурет) және одан шағылысқан кездегі В сәулесі NN' нормальмен шамалары бір-біріне тең, белгілері қарама-қарсы і және і' бұрыштарын құрады, яғни:

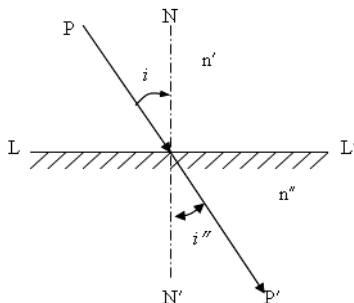
$$i = - i' \quad (1)$$

3. Жарықтың сыну заңы

LL' – мөлдір жылтыр бет; N,N'' – екі ортаның көрсеткіштері; NN' – нормаль (4-сурет).



3-сурет



4-сурет

Егер жарық сәулесі сындыру көрсеткіштері n' және n'' бар екі ортаны бөліп тұрған мөлдір беттен өтсе, онда мөлдір бетке түскен сәуле нормальмен i – бұрышын, ал сынған сәуле – сол нормальмен i'' сыну бұрышын құрады. Жарықтың сыну заңы бойынша сыну көрсеткішінің бір ортадағы нормальмен жасаған бұрыштың синусына көбейтіндісі, екінші ортадағы көрсеткіштің өзіне тән бұрыш синусы көбейтіндісіне тең, яғни:

$$n' \sin i = n'' \sin i'' \quad (2)$$

Оптикалық жүйелердегі сындыру беттері ауа мен шыныны желімдеген екі затты бөлетін болып келеді. Аспап жасауда сындырудың көрсеткіштерін ауамен салыстырып анықталады, мұнда ауаның көрсеткіші $n = 1$ - ге тең.

5.2. Аспаптарда қолданылатын оптикалық жүйелер

5.2.1. Айналар жүйесі

Айна деп – шыныдан, металдан немесе басқа бір материалдан жасалған, заттың дұрыс бейнесін көрсететін жылтыр пластинаны айтады. Айна – ешқандай өзгеріссіз, сол заттың шамасына тең бейнесін көрсетеді.

Жарық сәулесі S (5-сурет) AB айнасына i бұрышын жасап түседі, шағылысады және бағытын мына бұрышқа өзгертеді:

$$\varphi = 180^\circ - 2i. \quad (3)$$

Егер айнаны O нүктесінің айналасында α – бұрышына бұрса, онда оның сәулесінің құлау бұрышы $\alpha + i$ – ға тең болады. Ал шағылысқан сәуле 8 аз бағытын жылтыр бетке түскен сәулеге сәйкес мына бұрышқа өзгертеді

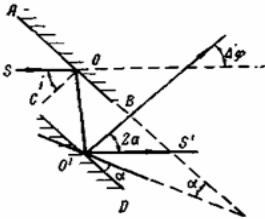
$$\varphi' = 2\alpha; \quad (4)$$

мұндағы $\varphi' = 180^\circ - 2(\alpha + i)$ тең.

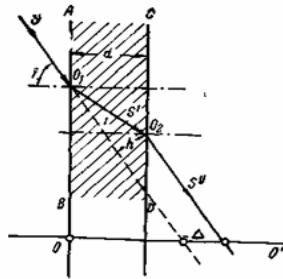
Айнаның осы қасиеті магниттік аспаптарда – буссоль және деклинаторда қолданылады. 6-суретте бір-біріне параллель AB және CD айналары жарық сәулесін жылжытады, бірақ оның бағытын өзгертпейді. S сәулесі айнадан екі рет шағылысқаннан кейін, бастапқы бағытқа параллель S бағытымен кетеді. Егер осы екі айнаның бірі CD -ны α -бұрышына бұрса, онда арасында α – бұрышы бар екі айналы жүйе алынады. Мұндай жүйе (4) формулаға сәйкес сәулені $\Delta\varphi = 2\alpha$ бұрышына жылжытады. Бір-біріне 45° -пен орналасқан екі айна жарық сәулесін $\Delta\varphi = 90^\circ$ -қа шағылыстырады. Айнаның осы қасиетіне екі айналы эккер негізделген.

5.2.2. Жазық – параллельді пластинкалар жүйесі

Жазық параллель пластинка деп, екі AB және CD параллель қырларымен шектелген мөлдір денені айтады (6-сурет).



5-сурет. Екі айна жүйесі



6-сурет. Жазық-параллельді пластинка

AB қырының O_1 нүктесіне i бұрышымен түскен S жарық сәулесі сынады да, S бағытымен кетеді. CD қырының O_2 нүктесінде сәуле қайтадан сынып, пластинкадан S бағытымен шығады.

Егер пластинка біркелкі ортада тұрса, онда S'' сәулесі S сәулесіне параллель және бұрынғы бағыттан h шамасына ауытққан болады. Геометриялық оптика курсына сәуленің түсу бұрышы i шамасының өте кіші болуына байланысты, ауытқу шамасының мынаған теңдігі дәлелденген:

$$h = d \frac{n-1}{n} \operatorname{tg} i; \quad (5)$$

$$h = d \frac{n-1}{n} i;$$

мұндағы d – көрсеткіші n -ге тең пластинканың қалыңдығы. 6-суреттен S'' сәулесінің Δ шамасына ауытқитындығын байқауға болады.

Сәуленің құлау бұрышы i -дің кіші шамасында ауытқу шамасын мына формуламен анықтауға болады:

$$\Delta = d \frac{n-1}{n}. \quad (6)$$

Δ – шамасын оптикалық жүйелерді есептегенде ескереді және ол жарық сәулесінің жүріс ұзындығын өзгертеді

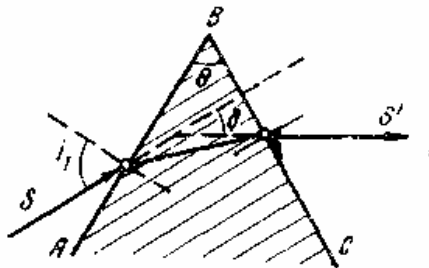
Параллель – жазық пластинкалар сақтау шыныларында, қылжіптерді және шкалаларды бетіне сызуға, компенсаторларда кеңінен қолданылады.

5.2.3. Призмалар

Геодезиялық аспаптарды жарық сәулесінің бағытын өзгерту, бұру үшін призмалар пайдаланылады. Призмалардың *сындырғыш* және *толық ішкі шағылыстыру* деп аталатын екі түрі бар.

Сындырғыш призма – деп бір-бірімен қиылысатын екі қырлары АВ және ЕС бар мөлдір денені айтады (7-сурет).

Екі жарық θ бұрышының қабырғасы сындырғыш қырлары, ал θ – сындырғыш бұрышы деп аталады. Өте кіші сындырғыш бұрышы бар призманы – *оптикалық сына* деп айтады. Сына арқылы өтетін сәуле (S), призманың табанына параллель болып ауытқиды.

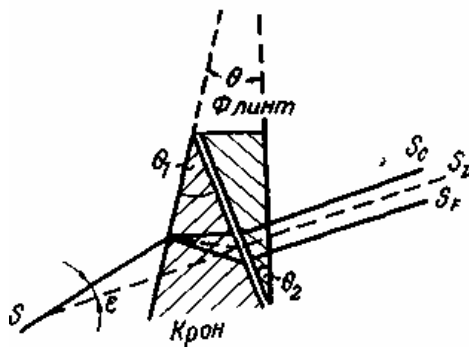


7-сурет. Сына́тывын призма

Геометриялық оптика курсынан сәуленің S құлау бұрышы i кіші болғанда, сына сәулені табанға мына бұрышпен ауытқытады:

$$\delta = \theta(n-1)(1 + \frac{n+1}{2n} i^2); \quad \delta = \theta(n-1). \quad (7)$$

Сындыру призмасы өзінен өткен ақ жарық сәулесінің дисперсиясын береді. Оптикалық аспаптарда, дисперсия құбылысын жою үшін ахроматикалық призмалар қолданылады. Олар екі, одан да көп бір-бірімен желімделген призмалардан тұрады. Ахроматикалық призма жарық сәулесінің барлық түстерін қайтарады.



8-сурет. Ахроматикалық сына

Өте кіші сындыру θ_1 және θ_2 бұрыштары $\theta \leq 6^\circ$ бар екі призмдан тұратын призманы – ахроматикалық сына деп айтады (8-сурет). Сынаның кроннан тұратын бір призмасының сындыру бұрышы флинттан тұратын екінші призмасына қарағанда үлкен болып келеді.

Сына призмалары суретте көрсетілгендей, бір-бірімен желімделеді.

Ахроматикалық сына призмалардың бұрыштарын мына формулалар арқылы анықтайды:

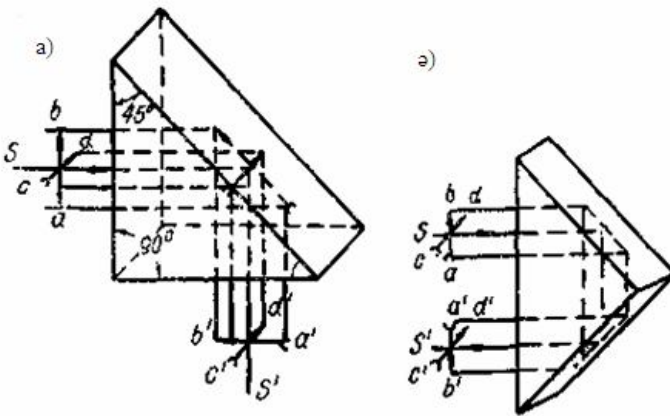
$$\theta_1 = \frac{\varepsilon}{dn_1(v_1 - v_2)}; \quad \theta_2 = \frac{\varepsilon}{dn_2(v_1 - v_2)}; \quad (8)$$

мұндағы – dn_1 және dn_2 – бірінші және екінші призмалардың орташа дисперсиялары; v_1 және v_2 – дисперсия коэффициенттері.

Оптикалық сына компенсаторларға кеңінен қолданылады. Ішкі толық шағылысу призмалары – жылтыр қырлары бар мөлдір денелер. Олар оптикалық аспаптарда жарық сәулесінің бағытын өзгерту, ауытқу бейнесін бұру және көру алаңын бөлу үшін қолданылады. Бұл призмалардың шағылыстырғыш айналарға қарағанда көптеген артықшылығы бар. Оларды аспапқа орналастыру жеңіл, әрі қолайлы және шағылыстырғыш қырлары ұзақ уақыт сақталады.

Енді геодезиялық аспаптарда кеңінен қолданыс тапқан призмаларға тоқталалық.

Үш қырлы тік бұрышты призмада (9 а,ә-сурет) егер шағылысу гипотенуза қыры арқылы өтсе, онда бір айнаға ұқсас бейне көрсетеді.



9 – сурет. Тік бұрышты призмалар

10-суретте тік бұрышты призманы қолданудың *Дове призмасы* деп аталатын үшінші бір сәті көрсетілген.

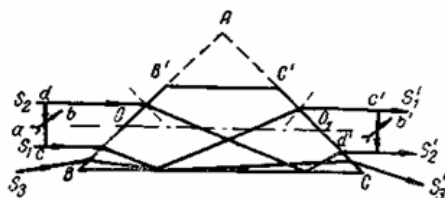
Гипотенузальық ВС қырына параллель жарық сәулелері S_1 және S_2 катеттік қырлар арқылы екі рет сынады. Гипотенузальық қырдағы бір бейне, призмадан өзінің бастапқы бағытын өзгертпей шығады. Ал ВС қырына параллель емес S_3 сәулесі, түсу бұрышына тең сыну бұрышы арқылы призмадан шығады. Егер призманы OO_1 осі бойынша айналдырса, онда бейне сол айналдырған жаққа қарай екі есе жылдамдықпен бұрылады. Призманың 10-суретте үзік сызықпен көрсетілген жоғарғы бөлігі кесіліп қалмады.

Ромб тәрізді призма (11-сурет) екі параллель айналар жүйесі сияқты бейне көрсетеді. Бұл призма жарық сәулесін, бағытын өзгертпеспен біршама жылжытады.

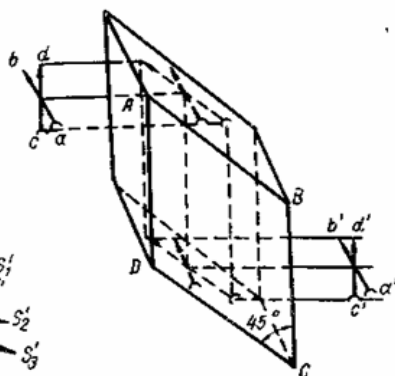
Арасындағы бұрыш 45^0 екі айналы жүйеге ұқсас пентапризма (12-сурет) жарық сәулесінің бағытын 90^0 -қа өзгертпейді. Пентапризманың шағылыстырғыш ВС және ДЕ қырларын алюминийлеп жалтыратады.

Шатыр тәрізді призмалар (14-сурет) тетраэдр тәріздес, оның АВД және АСД қырларының бұрышы 90^0 -қа тең шатыр сияқты болып келеді. Ал қалған ABC және DBC қырлары АД қырына 45^0 -қа еңкейген. S-жарық сәулесі призма арқылы өткенде екі рет сынып, екі рет шағылысады. Сөйтіп, бейненің толық бұрылуын қамтамасыз етеді. Бұл призма көптеген маркшейдерлік-геодезиялық аспаптарда, мысалы оптикалық теодолиттерде, лимб бейнелерін санақ алу микроскоптарына беруде көптеген авторедукциялық нивелирлердің жүйелерінде кеңінен қолданылады.

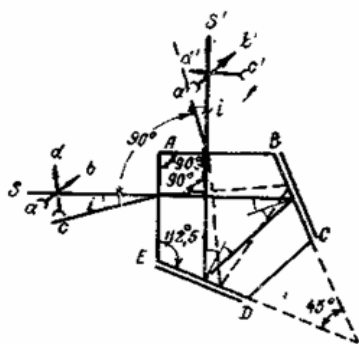
Порро I призмалар жүйесі (13-сурет) екі тік бұрышты үш қырлы призмадан тұрады, әр призмада шағылысу – катеттік қырлар арқылы жүреді. Бірінші призма бейнені бір бағытқа бұрып берсе, екінші призма – бірінші бағытқа перпендикуляр етіп бейнелейді, сонда екі призма 180^0 -қа бұрылған бейне көрсетеді. Порро призмаларының жүйесі, далалық бинокулярларда қолданылады.



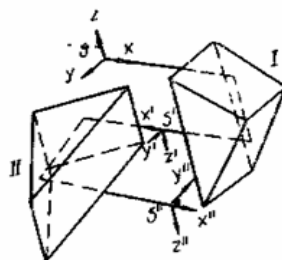
10-сурет. Дове призмасы



11-сурет. Ромб тәріздес призма



12-сурет. Пентапризма



13-сурет. Порро жүйесінің призмасы



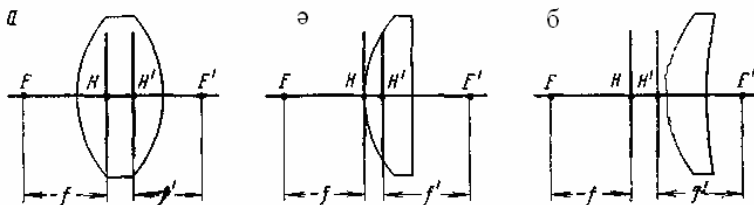
14-сурет. Шатыр тәріздес призма

Ал шағылысу катеттік қырлары арқылы жүрсе, онда бейне арасындағы бұрышы 90^0 -тық екі айналы жүйе арқылы алынады.

5.2.4. Линзалар жүйесі

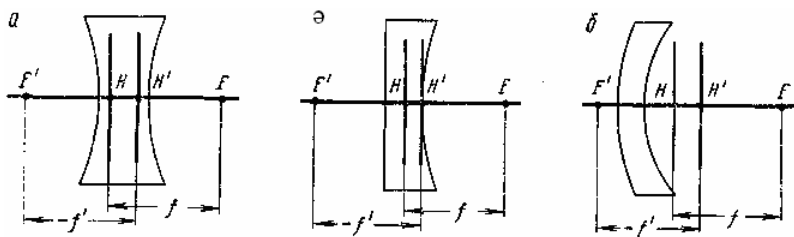
Линза – екі сфералық немесе бір сфералық және бір жазық беттер арқылы шектелген мөлдір дене. Линзалар өздерінің сындыру қызметіне, түскен жарық сәулелерін жинауына немесе шашыратуына байланысты: *оң* немесе *жинағыш*, *теріс* немесе *шашыратқыш* болып бөлінеді.

Оң линзалар екі жағы да дөңес (15 а-сурет), жазық дөңес (15 ә-сурет) және дөңес – қисайған немесе оң менистік (15 б-сурет) болып келеді.



15-сурет. Жинағыш линза

Ал кері линзалар: екі жағы да ойыңқы (16 а-сурет), жазық ойыңқы (16 б-сурет) және ойыңқы дөңес немесе теріс менистік (16 в-сурет) болып жіктеледі.



16-сурет. Шашыратқыш (кері) линзалар

Линзалардың сфералық беттерінің ортасы арқылы өтетін тік түзу сызықты – *оптикалық ось* деп атайды. Линзалардың оптикалық қасиеттері сындырғыш беттер қисықтарының радиустары, линзалардың қалыңдықтары мен сындырғыш көрсеткіштері арқылы анықталады. Линза зат нүктесінің шын мәніндегі пішінін бейнелейді.

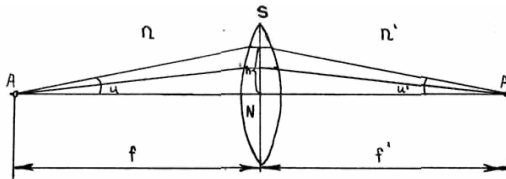
Геометриялық оптикалық формулар мен есептерді шешу үшін жарық сол жақтан, оң жаққа қарай жүреді деп есептейді. Сондықтан линзаның сол жағындағы кеңістікті *заттың кеңістігі*, ал оның оң жағындағасын – *диафрагмалар* деп атайды.

Оптикалық жүйелерде бейненің шамасын шектейтін диафрагмалар да қолданылады. Оларды көз шалым диафрагмасы деп атайды да, қылжіптерінің қабы ретінде пайдаланады.

Оптикалық жүйе (диафрагма) арқылы бақыланатын кеңістіктің бір бөлігі – дүрбінің көз шалымы деп аталады. Оптикалық жүйелердің көз шалымы бұрыштық шамамен сипатталады.

5.2.5. Центрленген оптикалық жүйе және оның негізгі жазықтықтары, нүктелері, фокусдық ара қашықтықтары

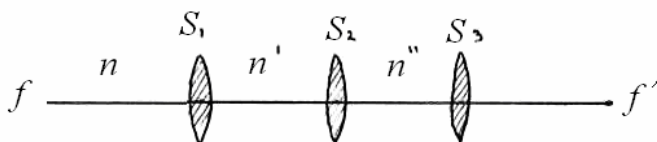
Геодезиялық аспаптар жасауда центрленген оптикалық жүйелер үлкен рөл атқарады. Центрленген оптикалық жүйе дегеніміз – центрлері бір түзудің бойында жатқан, бірнеше оптикалық беттердің жиынтығы. Ал сол түзу сызық – *оптикалық ось* деп аталады. Мысал ретінде бір сфералық бет арқылы жарық сәулелерінің сынуын қарастыралық. Сфералық бет біреу болғандықтан, оптикалық ось сол бір сфералық беттің центрі арқылы өтеді (17-сурет).



17-сурет. Сәулелердің сфералық бет арқылы сынуы

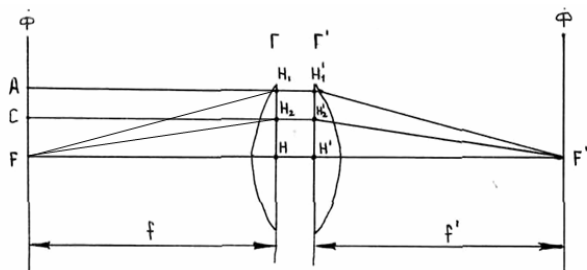
17-суретте сфералық бет S көрсеткіштері (n және n') екі ортаны бөліп тұр. Зат A нүктесінде, ал оның бейнесі A' нүктесінде сфералық беттен f және f' - қашықтықта орналасқан. A нүктесінен сфералық бетке қарай таралған сәуле, горизонталь осьпен u және u' бұрыштарын жасайды. Егер $nAS=u$ бұрышының мәнін өте кішкентай деп есептесек, $u = \frac{h}{f}$ тең болады. Мұндағы

f – адыңғы, ал f' – артқы фокустық ара қашықтықтар. 18-суретте центрленген оптикалық жүйенің схемасы келтірілген. Суреттегі, түзуі – оптикалық ось.



18-сурет. Центрленген оптикалық жүйе

Центрленген оптикалық жүйелердің оптикалық оське параллель сәулелерді бір нүктеге жинайтын қасиеті бар. Әлбетте, бұл қасиет оларды көру дүрбісі мен микроскоптарда пайдалануға мүмкіндік туғызады. 19-суретте центрленген оптикалық жүйе мен соңғы сфералық беттері көрсетілген.

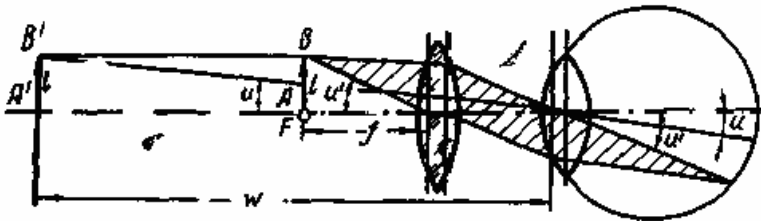


19-сурет. Негізгі және фокальды жазықтықтар мен нүктелер

Оптикалық осі FF' -тұратын сфералық бетке A, C және F нүктелерінен оптикалық оське параллель сәулелер түсті делік. Олар оптикалық жүйеден шыққан кезде $H', F', H_2 F', H', F'$ сызықтары арқылы жүріп өтіп F' - нүктесінде түйіседі. Бұл суреттегі H', H_2 және H' нүктелері, H_1, H_2, H нүктелерінің бейнелері болып есептеледі. G және G' жазықтықтары бір-бірін өзгеріссіз бейнелейді және оларды негізгі жазықтықтар деп атайды. Оптикалық осьте орналасқан негізгі жазықтықтың H және H' нүктелерін – негізгі нүктелер деп атайды. Негізгі H және H' нүктелері мен F және F' фокустарын оптикалық жүйенің кардиналдық нүктелері деп атайды.

5.3. Аспаптардың оптикалық бөліктері

Лупа дегеніміз – жай немесе аберрациядан түзетілген қысқа фокустық линзадан тұратын ұсақ заттарды үлкейтіп көрсететін, аспаптардың ішіндегі ең қарапайымы. 20-суретте лупаның оптикалық сызбанұсқасы берілген, онда AB заты лупаның алдыңғы фокальдық жазықтығында орналасқан.



20-сурет. Лупа – көз жүйесіндегі сәулелердің сұлбасы

Лупа, заттың лупадан көрініп тұрған U' бұрышы тангенсінің жай көзбен қарағандағы көрінетін U бұрышы тангенсіне қатынасы арқылы, яғни көріну ұлғайтқышты G -мен сипатталады.

$$\Gamma = \frac{tgu'}{tgu}. \quad (9)$$

Осы формулаға ұлғайтқыштықтың мәнін қойсақ, мынаны аламыз:

$$tgu' = \frac{l}{-f} \text{ и } tgu = \frac{l}{-\omega};$$

$$\Gamma = \frac{\omega}{f} = \frac{250}{f},$$

мұндағы ω – көзге жақсы көрінетін қашықтық; f – лупаның фокустық ара қашықтығы, мм.

Адам көзі лупамен күрделі оптикалық жүйе құрады, онда диафрагма мен шығу қарашығы рөлін, көздің қарашығы атқарады. Ал кіру қарашығы, көз қарашығының жорамал бейнесі болып есептеледі.

Лупамен қарағандағы көздің рұқсат етілген қабілеті мынадай формуламен анықталады.

$$\omega = \frac{\omega_0}{\Gamma}; \quad (11)$$

мұндағы ω_0 – көздің рұқсат етілген қабілетінің бұрышы.

Лупалар бір линзалы және бірнеше линзалы болып келеді. Бір линзадан тұратын лупалардың ұлғайтқыштығы $\Gamma=10^x$.

5.3.1. Микроскоп

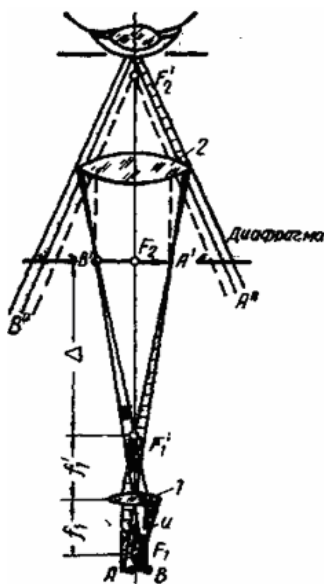
Микроскоптың атқаратын міндеті де лупа сияқты. Ол объектив (1) пен окулярдан – (2) тұрады (21-сурет).

Микроскоптық объективтің алдына АВ затын орналастырады, объектив заттың нағыз кері бейнесі А'В' окулярдың алдыңғы фокальды жазықтығында бейнеленеді. Ал окуляр сол бейнені үлкейтіп, көз жанарымызға жеткізеді.

Микроскоптың оптикалық интервалы Δ объектив пен окулярдың фокустық ара қашықтықтарынан бірнеше рет үлкен

болғандықтан, микроскоп жүйесінің фокустық ара қашықтығы өте кішкентай:

$$f' = \frac{f'_1 f'_2}{\Delta} \quad (12)$$



21-сурет. Көру дүрбісінің көрінісі

Микроскоптың үлкейтуі, лупанікі сияқты мынадай формуламен анықталады:

$$\Gamma = \frac{250}{f'};$$

мұндағы f' – микроскоптың фокустық ара қашықтығы.

(12) формуладағы f' – мәнін екінші формулаға қойса, онда формула мынадай түрге келеді:

$$\Gamma = \frac{\Delta}{f'_1} \cdot \frac{250}{f'_2}. \quad (13)$$

Бұрыш өлшеу аспаптарындағы санақ алу тетіктері үшін қажет микроскоптардың үлкейтуі, әдетте 50^x -тен аспайды, мұнда объективтің үлкейтуі 3^x деп айтады.

Микроскоптың көз шалымы, заттың бейнелену жазықтығында орналасқан далалық диафрагмамен шектеледі. Кіру қарашығы – объект, ал шығу қарашығы – окулярдағы заттың бейнесі болып есептеледі. Затты микроскоп арқылы қараған кезде көздің қаршығы, шығу қарашығымен қабысады.

Микроскоптың рұқсат етілген қабілеті бұрыштық шамамен емес, сызықтық өлшем арқылы беріліп, мынадай формуламен анықталады:

$$\tau = \frac{\lambda}{2A}, \quad (14)$$

мұндағы λ – жарық толқынының ұзындығы, $A = n \cdot \sin u$ – тең сандық апертура, n – затты қарайтын ортаның сындыру көрсеткіші, u – апертуралық бұрыш.

Микроскоптың шекті қабілеті – σ мен үлкейтуі арасындағы үйлесімділік, мынадай формуламен анықталады:

$$500 A < \Gamma < 1000 A \quad (15)$$

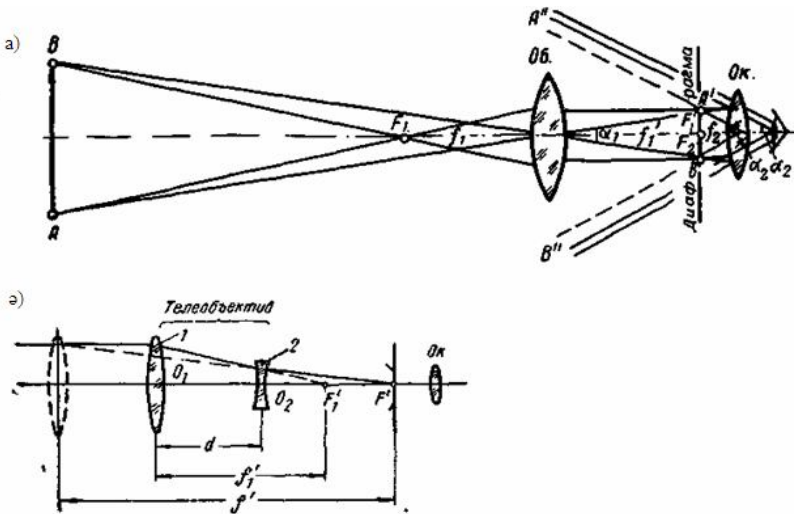
Осы теңсіздікті қанағаттандыратын үлкейту, микроскоптың пайдалы үлкейтуі деп аталады.

5.3.2. Көру дүрбісінің үлкейтуін анықтау

Алыстағы заттарды көріп және нысаналау үшін аспаптар, дүрбілермен жабдыкталады. Көру дүрбісі телескоптық жүйе болып есептеледі, ол *объектив пен окулярдан* тұрады.

22-суретте екі дүрбінің оптикалық сызбанұсқасы бейнеленген: қарапайым астрономиялық (22 а-сурет) және телеобъективтік. Объектив алыстағы АВ заттың кері бейнесін А'В' өзінің артқы фокальды жазықтығында бейнелейді. Ал окуляр өзінің алдыңғы фокальды жазықтығында бейнеленген затты үлкейтіп, көз жанарына жеткізеді. Окулярдың алдыңғы фокальды жазықтығында жіптік тор сызылған тегіс параллель пластинка орналасқан. Жіптік тор мен окуляр арқылы өткен сәулелер, адам көзіне келіп бейнеленеді.

Алдыңғы заттың анық көрінуін фокустаушы линзаны керекті жағына жылжытып тұратын – *кремальера* деп аталатын сақина, дүрбінің сыртына орнатылған. 22 ә-суретте оң линза – 1 және теріс линзадан – 2 тұратын телеобъектив бейнеленген. Екі линзаның бір-бірімен ара қашықтығы оң линзаның фокустық ара қашықтығынан кіші болғандықтан, телеобъектив жүйесі бір оң линзаға баламалы, ол 22 ә-суретте үзік сызықпен көрсетілген.



22-сурет. Кеплердің оптикалық дүрбісінің сызбанұсқасы

Оның фокустық ара қашықтығы f' көру дүрбісінің ұзындығынан артық. Телеобъективтік фокустың ара қашықтығы мынадай формуламен анықталады:

$$f' = -\frac{f'_1 f'_2}{d - f'_1 + f'_2}; \quad (16)$$

Дүрбінің көру аясы далалық диафрагмамен шектеледі. Дүрбінің үлкейтуі мынадай формуламен анықталады:

$$\Gamma = \gamma = \frac{f'_1}{f'_2}; \quad (17)$$

5.4. Көру дүрбісін зерттеу

5.4.1. Көру дүрбісінің үлкейтуін анықтау

Көру дүрбісінің үлкейтуі – Γ мына формуламен анықталады:

$$\Gamma = \frac{\alpha}{\beta}; \quad (18)$$

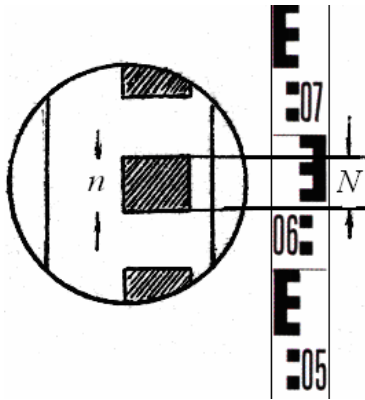
$$\Gamma = \frac{D}{d}; \quad (19)$$

мұндағы α – затты дүрбі арқылы көру бұрышы; β – затты аспапсыз көру бұрышы; D – объектив саңылауының кіру диаметрі; d – дүрбінің шығу қарашығының диаметрі.

(18) – формулаға сәйкес бұрыштық ұлғайтқыштықты, нивелирлік рейканы қолданып анықтайды. Ол үшін далада рейканы аспаптан 15–20 м, ал зертханалық жағдайда 7–10 м жерге орналастырып, екі еселеп алады. Біріншісі (n) дүрбі арқылы, екіншісін (N) аспапсыз. Яғни, үлкейтуді анықтау

дегеніміз – аспапсыз алынған есеп (N), дүрбі арқылы алынған есептің – (n) қаншасына сәйкес келетіндігін анықтау:

$$\Gamma = \frac{N}{n}$$



23-сурет. Көру дүрбісінің үлкейтілуі

Дүрбі үлкейтуін зертханада ең кем дегенде 3 рет анықтап, соңынан арифметикалық ортасын табады. Анықтау нәтижелері 2 – кестеде берілген.

2-кесте

Анықтау реттері	Рейкадан алынған есептер		Ұлғайтқыштық $\Gamma = N/n$	Аты-жөні
	Аспапсыз – N	Дүрбіден – n		
1	30,5	1	30,5	А. Беков
2	60,0	2	30,0	А. Нурбеков
3	31,5	1	31,5	А. Ахметов
			$\Gamma_{\text{орт.}} -30,6^x$	

Екінші формула $\Gamma = \frac{D}{d}$ бойынша көру дүрбісінің үлкейтуін анықтау үшін объектив әйнегінің ішкі диаметрін 0,1 мм дәлдікте өлшейді. Шығу қарашығының диаметрін де дәл осылай өлшейді. Ол үшін көру дүрбісін шексіздікке фокустап, содан кейін оны жарық фонға көздейді. Ол окуляр жаққа боз қағаз қойып, онда объектив саңылауының кішкене дөңгелек болып көрінген бейнесінің диаметрін циркуль-өлшеуіш арқылы өлшейді. Өлшеу нәтижелері 3- кестеде келтірілген.

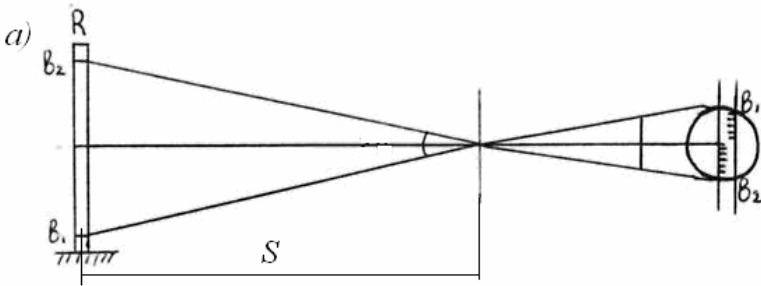
3-кесте

Анықтау реттері	Рейкадан алынған есептер		Ұлғайтқыштық $\Gamma = D/d$	Аты-жөні
	Аспапсыз – D	Дүрбіден – d		
1	32,2	1,3	24,8	А. Сәкенов
2	38,5	1,3	25,0	Ж. Бек
3	34,3	1,4	24,2	Ж. Шакиров
			$\Gamma_{opt.} - 25,0^x$	

5.4.2. Дүрбінің көру аясы бұрышын анықтау

Дүрбі арқылы көрінетін алаңды оның көру аясы дейді және $2U$ бұрышымен анықтайды. Көру аясының бұрышын анықтаудың екі тәсілі бар: бірі рейка арқылы, екіншісі теодолиттің горизонталь немесе вертикаль дөңгелектері арқылы.

1. $2U$ -ды рейка арқылы анықтау. Бұл тәсіл көбіне нивелир дүрбілері көру аясының бұрышын анықтауда қолданылады. Зертхана жағдайында аспаптан S қашықтықта R – рейканы орналыстырады да, одан дүрбінің жоғарғы және төменгі жақтары арқылы санақтар алады.



24 а-сурет. Дүрбінің көру аясы бұрышын анықтау

Содан дүрбі көру аясының бұрышы – $2U$ мынадай формуламен есептеледі:

$$2U = \frac{\theta_2 - \theta_1}{S \cdot \rho} . \quad (20)$$

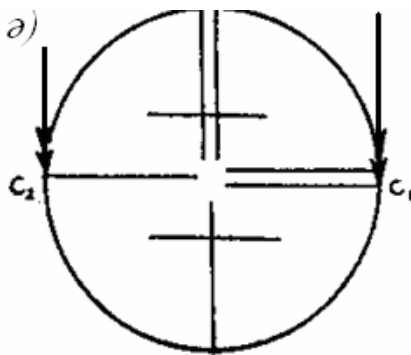
Бұл формула арқылы дұрыс нәтиже алу үшін рейкадан алынған санақтардың айырмашылығы мен ара қашықтық мәндері бір өлшем бірлігінде (мысалы мм немесе см) берілуі керек. Мұндағы $\rho = 3438$. Анықтау нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

4-кесте

Анықтау реттері	Рейкаға дейінгі ара қашықтық S, мм	Рейкадан алынған санақтар, мм		$\theta_1 - \theta_2$	$2U$
		θ_1	θ_2		
1	4550	109,0	230,8	121,8	$1^{\circ}32'$
2	5120	84,5	215,6	131,1	$1^{\circ}28'$
3	4810	89,5	230,0	131,5	$1^{\circ}34'$
					$2U_{\text{орн}}$ $1^{\circ}31'$

2. Дүрбі көру аясының бұрышын тікелей теодолит арқылы өлшеп анықтау. Бұл тәсіл теодолит дүрбілері көру аясының

бұрыштарын анықтау үшін қолданылады. Ең алдымен теодолит дүрбісінің оң жағын, содан кейін сол жағын белгілі бір нүктеге (А) көздеп, C_1 және C_2 санақтарын алады. Сол нүктеге дүрбінің жоғарғы және төменгі жақтарын көздеп, верикаль дөңгелектен де есептер алуға болады.



24,ә-сурет. Дүрбінің көру аясы бұрышын анықтау

Сөйтіп, анықталатын $2U$ бұрышы мынадай формуламен есептеліп, нәтижелері 5-кестеге жазылады:

$$2U = C_1 - C_2. \quad (21)$$

5-кесте

Анықтау реттері	Микроскоптан алынған санақтар		Көру аясының бұрышы $2U = C_1 - C_2$
	C_1	C_2	
1	$210^0 45'$	$109^0 15'$	$1^0 30'$
2	$138^0 12'$	$137^0 44'$	$1^0 28'$
3	$216^0 55'$	$215^0 26'$	$1^0 29'$
			$2U_{\text{орт}} 1^0 30'$

Бақылау сұрақтары.

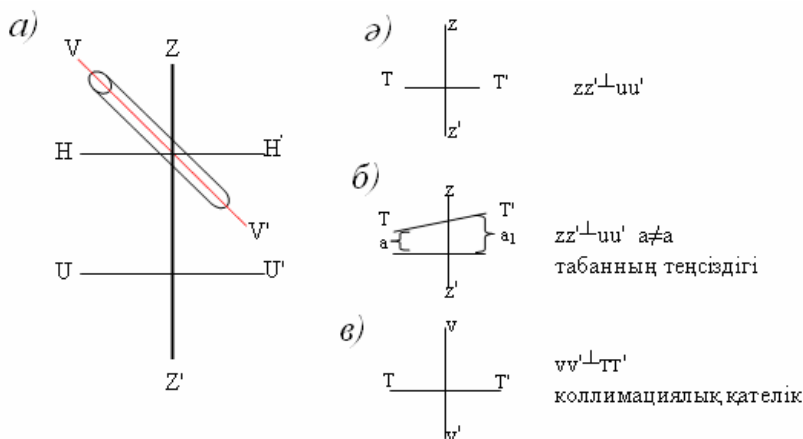
1. Геометриялық оптиканың негізгі түсінігі?
2. Оптика туралы не білесіз?
3. Дүрбінің көру өрісінің бұрышын қалай анықтайды?
4. Жазық айналар және олардың қолдану аумағы.
5. Призмалардың қандай түрлері болады?
6. Линзалар және олардың пайдалану аумағы.
7. Оптикалық сына.
8. Геодезиялық аспаптардағы призмалардың атқаратын рөлі.
9. Көру дүрбісін қандай әдістермен зерттеледі?
10. Көру дүрбісінің үлкейтуін қалай анықтайды?
11. Объектив дегеніміз не?
12. Окуляр дегеніміз не ?

VI тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІ

6.1. Теодолиттің осьтік құрылғысы мен механикалық бөліктері

Осьтік құрылғы дегеніміз – аспаптың негізгі сызбанұсқасы және оның механикалық бөліктері мен геометриялық байланыстарын сақтау жағдайы.

Аспаптың механикалық бөліктері, конструкциялық және технологиялық жағынан берілген дәлдікте өлшеулер жүргізуге мүмкіндік беретіндей болып жасалуы керек. 25-суретте теодолиттің негізгі осьтері бейнеленген. Ондағы ZZ' – аспаптың айналу осі; TT' – дүрбінің айналу осі; UU' – цилиндрлік деңгейлеуіштің осі; VV' – дүрбінің көздеу осі.



25-сурет. Теодолиттің негізгі осьтері

Осы осьтер арасында өзара геометриялық байланыс болмаса өлшеу дәлдігі төмендеп, жұмыс қарқыны азаяды. Сондықтан, жұмысты бастар алдында аспап осьтерінің бір-бірімен байланысының дұрыстығына көз жеткізіп, өлшеу

дәлдігіне әсер ететін кемшіліктер түзетілуі тиіс.

Енді сол осьтер арасындағы геометриялық байланыстарға тоқтала кетелік.

1. Цилиндрлік деңгейлеуіш осі – UU' аспаптың айналу осіне перпендикуляр болуы қажет (25 а-сурет).

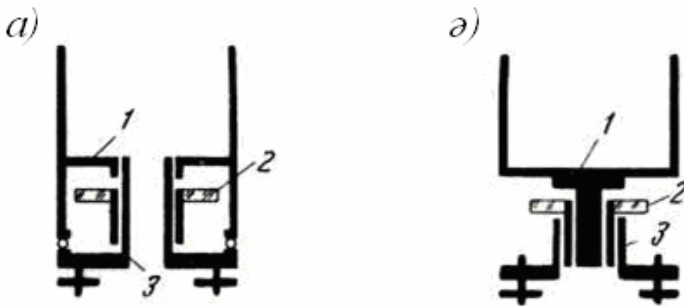
2. Дүрбінің айналу осі – TT' аспаптың негізгі айналу осіне ZZ' перпендикуляр болуы қажет (25 ә,б-сурет).

3. Дүрбінің көздеу осі VV' – оның айналу осіне – TT' перпендикуляр болуы қажет (25 в-сурет).

6.1.1. Қысып қою бұрандалары

Қазіргі заманғы теодолиттерде верикаль осьтердің екі түрлі жүйесі қолданылады: қайталанғыш осьтер және лимбасы бұрылатын осьтер.

Қайталанғыш осьтер жүйесі дәлдігі $30''$ техникалық (4Т30П, 4Т15П, Тео 080) теодолиттерде пайдаланылады (26 а-сурет). Бұл теодолиттерде лимб өз алдына, алидада өз алдына жеке айналады және олардың бекітіп қоятын, әрі жетекші жеке бұрандалары бар. Бұл жүйеде лимб (2) қондырғының – (3) төлкесінде айналады, ал осі алидада айналатын төлке болып қалады. Бұл жүйенің кемшілігі – алидаданың айналуы кезінде лимб төлкесінің үйкеліп ұлғаю қауіптілігі, өйткені екі ось бір-бірімен түйісіп жатады.

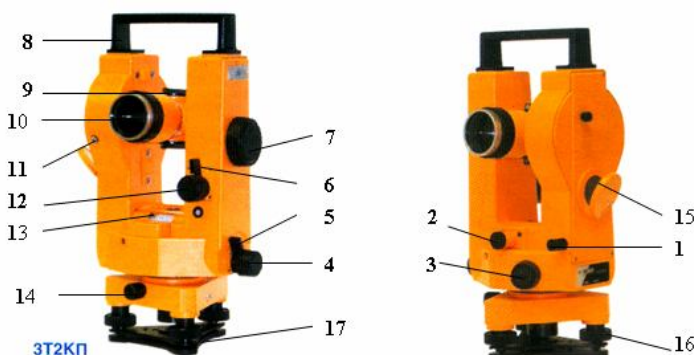


26-сурет. Қайталанғыш және лимбасы бұрылатын осьтер жүйесі

Лимбы айналғыш теодолиттерде (Т30М, Т15, 2ТК5, Т2, Тео020, Тео010) лимб, арнайы жапқыш ілмек немесе клемма арқылы айналады (26-сурет).

Бұл жерде алидада (1) және лимба (2) осьтері бір сыртқы бет, яғни айналасында айналады да, тұғырлықтың төлкесі (3), алидаданың қысымы тұғырлықтың шет жақтарына түседі. Сөйтіп, осьтердің тұрақтылығы артады. Бұл жүйе дәл және дәлдігі жоғары теодолиттерде қолданылады.

Аспаптың механикалық құрылымдары. 27-суретте 3Т2КП – теодолитінің құрылысы көрсетілген.



27-сурет. 3Т2КП теодолиті:

- 1 – горизонталь дөңгелек бойынша есепті дәлдейтін бұранда;
2 – оптикалық центрир; 3 – горизонталь дөңгелекті айналдыратын бұранда; 4 – алидаданың жетекші бұрандасы; 5,6 – бекіткіш тұтқасы; 7 – микрометр бұрандасы; 8 – тұтқасы; 9 – визир;
10 – көру дүрбісі; 11 – штекерлік бұранда; 12 – вертикаль дөңгелектің жетекші бұранда; 13 – цилиндрлік деңгей; 14 – теодолиттің тұғырын бекітетін бұранда; 15 – айна және оның қақпағы;
16 – көтеруші бұранда; 17 – табаны

Дүрбілерді қолмен көздеу дұрыс нәтиже бермейтіндіктен, дәл көздеу үшін аспаптар жетекші бұрандалармен жабдығталады. Олар нысаналау осін горизонталь және верикаль

бағыттарға бұрады. Микрометрлі бұранда сәулені азғантай бұрышқа бұру үшін ғана қажет.

Нысанаға көздеу мынандай іс-әрекеттен тұрады:

1) дүрбіні долбарлап көздеу, одан кейін дүрбіні қысқыш қоятын бұрандамен бекіту;

2) микрометрлік бұранда арқылы дәл көздеу.

Қазіргі заманғы теодолиттерде микрометрлі-қысқыш бұрандаларды шаң-тозаңнан сақтау үшін жауып қояды.

6.2. Теодолитті тексеру және түзету жолдары

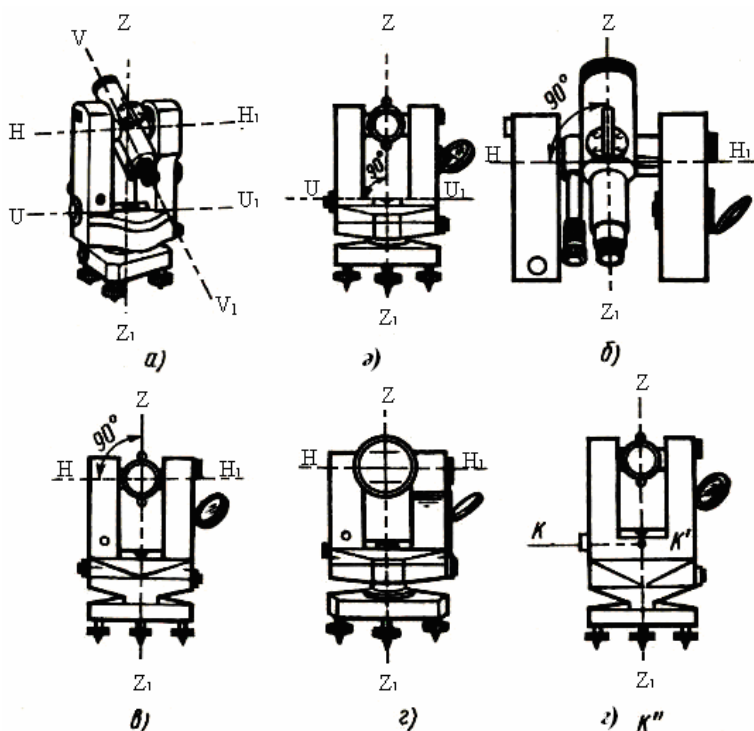
Теодолитті жасауда сақталуға тиісті геометриялық шарттар (28-сурет) горизонталь бұрышты өлшеудің принципті сызба нұсқасынан шығады. Олар мынадай: аспаптың айналуының вертикаль осі – тік, лимбаның жазықтығы – горизонталь, ал көздеу жазықтығы – вертикаль болуы тиіс. Осы шарттар сақталу үшін теодолитті тексеріп, жөндеуден өткізеді.

Аспаптың конструкциясына қойылатын шарттардың сақталуын анықтау мақсатында жүргізілетін әрекеттер – *тексерулер* деп аталады. Аспаптың бұзылмау шарттарының орындалуын қамтамасыз ету үшін жөндеулер (реттеулер) жасалады. Енді техникалық теодолиттердің негізгі тексерулері мен жөндеулерін қарастырамыз.

1. *Горизонталь дөңселектегі* цилиндрлік деңгейлеуіштің осі, UU_1 теодолиттің айналу осіне ZZ_1 перпендикуляр болуы тиіс. Осыны тексеру үшін деңгейлеуіштің осін екі көтеру бұрандасының бағытына сәйкестендіріп қояды да, оларды әр жаққа айналдыру арқылы деңгейлеуіштің көпіршігін нөл-пунктке келтіреді. Содан соң деңгейді 180° -қа бұрады. Егер бұрғаннан кейін де деңгейдің үлбіреуігі нөл-пунктке қалатын болса, онда UU_1 және ZZ_1 осьтерінің перпендикулярлық шарттары орындалғандығы. Көпіршік ортадан жылжығанда, деңгейдің орны түзетпе бұрандаларының көмегімен жасалады.

Практика жүзінде тексеру былайша жасалады: деңгейлеуіштің екі көтеру бұрандаларын параллель етіп қояды да, солар арқылы деңгейлеуіштің көпіршігін нөл-пунктке

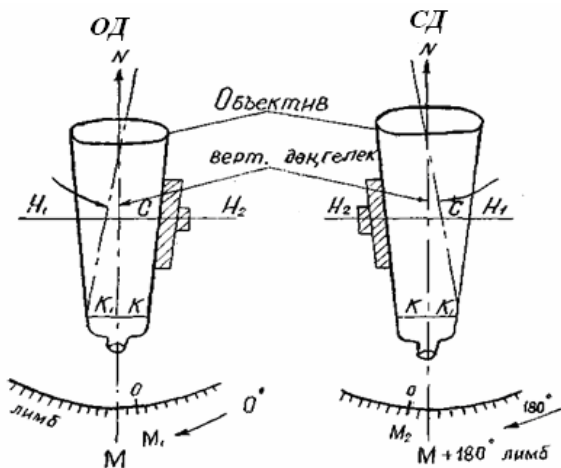
келтіреді. Деңгейлеуіштің нөл-пункті, оның шкаласының ортасында болады. Бұл кезде деңгейлеуіш пен алидаданың айналу осьтерінің өзара орны өзгеріссіз қалады. Алидаданы 180° -қа бұрғаннан кейін деңгей осінің орнын, оның екінші қалпында нөл-пункт шкаласынан, көпіршіктің ауытқу доғасының жартысына түзетеді. Бұл деңгейлеуіштің түзету бұрандаларының көмегімен жасалады. Тексеруге қажетті шарт толық орындалғанға дейін қайталай береді.



28-сурет. Теодолиттің геометриялық осінің сұлбасы:
а – жалпы көрінісі, б – з – тексеру кезіндегі көрінісі

2. Дүрбінің нысаналау осі VV_1 теодолит дүрбісінің айналу осіне NN_1 перпендикуляр болуы тиіс. Осы жағдайды тексеру үшін вертикаль дөңгелектің екі қалпында (ОД және СД) алыстау орналасқан бір M нүктесін (27-сурет) нысаналайды да, лимбадан M_1 және M_2 есептеулерін алады. Одан кейін коллимациялық қателігін шығарады.

$$x = (M_2 - M_1 \pm 180^\circ / 2). \quad (21)$$



29-сурет. Дүрбінің нысаналау осін тексеру

Егер x -тың мәні – теодолиттің есептеу құрылғысының дәлдігінен артып кетсе, онда көздеу осінің орны түзетіледі. Коллимациялық қателіктің әсерін жою үшін лимбада есептеуді тауып көрсетеді:

$$N = (M_2 + M_1 \pm 180^\circ / 2). \quad (22)$$

Егер осы кезде жіптер торының центрі M нүктесінен шығып кетсе, онда түзету винттерінің көмегімен торды M нүктесінің кескінімен, жіптер торының центрі беттескенше

жылжытады. Осы тексеруді, коллимациялық қателік аспаптың екі есе дәлдігінен аспайтын болғанға дейін қайталайды.

3. *Дүрбінің айналу осі NN' теодолиттің айналу осіне ZZ_1 перпендикуляр болуы тиіс.* Осыны тексеру үшін теодолиттен 10-20 м қашықтықта ұзын жіпке тіктеуішті іледі. Жіптер торының торабын тіктеуіштің жоғарғы нүктесіне бағыттайды да, содан кейін дүрбіні жайлап төмен түсіріп, жіптер торы торабынан тіктеуіш жіптің кескіні шығып кете ме, жоқ па, соны байқайды. Бұлардың дәл келмеуі, дүрбі орналасқан тұғырықтың тең болмауынан туады. Осы қателік дүрбінің екі жағдайында (OD және CD) есептеулер алумен жойылады.

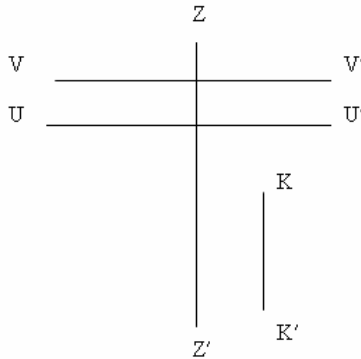
Қазіргі заманғы теодолиттерде осы тексерудің сақталуына, дайындаушы кепілдік береді. Аспаптың конструкциясына қойылатын шарттардың сақталуын анықтау мақсатында жүргізілетін әрекеттер – *тексерулер* деп аталады. Аспаптың бұзылған шарттарының орындалуын қамтамасыз ету үшін жөндеулер (реттеулер) жасалады.

Түзеткіш бұрандалар – аспаптың геометриялық элементтерін жұмыс бабына келтіру үшін қажет. Дөңгелек пен цилиндрлік деңгейлеуіштердің түзеткіш бұрандалары, арнайы шпилкалар арқылы бұрылады.

Іштен фокусталатын дүрбілердегі жіптік тор горизонталь және вертикаль бағыттарға қозғау үшін қажет. Ал жіптік торды бұрау – окулярды бірге бұрау арқылы жүзеге асады.

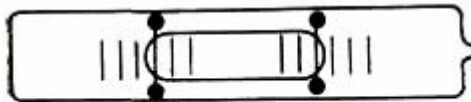
6.3. Нивелирдің осьтік құрылғысы мен механикалық бөліктері

Нивелир теодолитке қарағанда күрделі емес, қарапайым аспап деуге де болады. Оның осьтері де, бұрандалары да көп емес. Мысалы, ZZ' - нивелирдің вертикаль айналу осі; KK' - дөңгелек деңгей осі; UU' - цилиндрлік деңгейдің осі; VV' - дүрбінің визирлік осі (30-сурет).



30-сурет Нивелирдің негізгі тексеру осьтері

Цилиндрлік деңгеймен бір қорапта орналасқан призмалы құрылғы, деңгейлеуіш көпіршігінің бейнесін көз алдына келтіреді. Нивелирге қойылатын басты талап – көздеу сәулесінің горизонталь болуында. Оны горизонталь жағдайда дәл келтіру, элевациялық бұранда (5) арқылы жүргізіледі, яғни деңгей көпіршігін (3) айнаға қарап отырып ортаға келтіреді (31-сурет). Цилиндрлік деңгейлеуіштің сыртқы жабық төрт түзетпе бұрандалары бар.

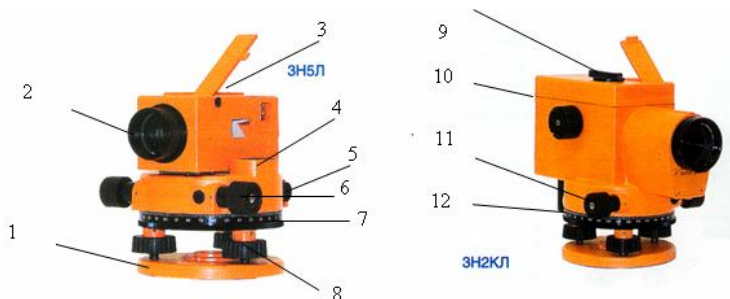


31-сурет. Цилиндрлік деңгейлеуіш

Енді геодезиялық жұмыстарда кеңінен қолданып жүрген нивелирлер Н – 3 пен Н – 2-ның құрылғыларына тоқталамыз.

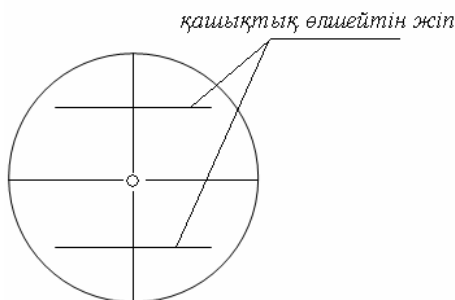
Оның негізгі бөліктеріне: цилиндрлік деңгей (3) қондырылған дүрбі (2), көтергіш бұранда (8) бар қондырғы, штатив бекіту үшін жасалған бұранда оймасы бар табаны (1) (32-сурет) жатады.

Нивелирдің вертикаль осін алдын ала тік бағытқа келтіру үшін, сфералық деңгей (4) орнатылған және оның үш түзетпе винттері бар.



32-сурет. 3Н5Л және 3Н2КЛ нивелирлерінің сырт көрінісі

Дүрбіні ең алдымен дүбірінің (визир) көздегіші (9) арқылы бағыттап, одан кейін жетекші бұранда (6,11) көмегімен дәл көзделеді. Дүрбідегі жіптік тордың анық көруін қамтамасыз ететін кремальера (10) (33-сурет).



33-сурет. Көру дүрбісінің ішкі көрінісі – жіптік тор

6.3.1. Нивелирдің тексерулері мен түзету жолдары

Нивелирдің тексерулері мен түзетулері қолданыстағы инструкциялық талаптарға сай жүргізіледі.

Деңгейлеуші нивелирлерде мынадай геометриялық жағдайлар орындалуы керек:

1) дөңгелек деңгейлеуіш осі нивелирдің вертикаль айналу осіне параллель болуы керек;

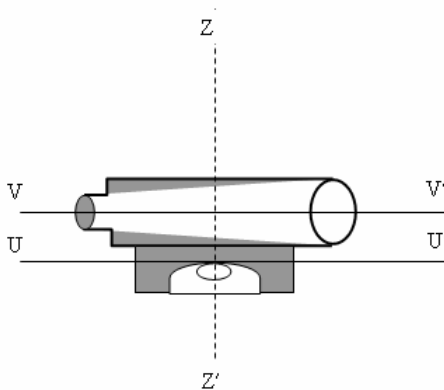
2) жіптік тордың бірі нивелирдің айналу осіне параллель, ал екіншісі оған перпендикуляр болуы керек;

3) дүрбінің көздеу осі цилиндрлік деңгейлеуіш осіне параллель болуы керек (ең негізгі шарт).

Компенсаторлы нивелирлерде үшінші шарт былайша айтылады: нивелирдің нысаналау сызығы, объективтің оптикалық осі арқылы өтетін вертикаль жазықтықта орналасып және горизонталь болуы керек. Қалған екі шарт барлық нивелирлерге ортақ.

Нивелирлеу жұмысы басталмай тұрып аспаптың орнықтылығына, көтергіш және туралау бұрандалар жүрістерінің бірқалыптылығы мен компенсатордың қызметіне көз жеткізу қажет.

Нивелирге қойылатын басты талап – деңгейлік ось пен көздеу сәулесі бағытының өзара параллель болуы. Жұмысты жүргізер алдында нивелир жан-жақты тексеріліп, өзара биіктікті дәл анықтауға әсер ететін кемшіліктер түзетілуге тиіс. Нивелир осьтері арасындағы геометриялық байланыстарды тексеру былайша жүргізіледі (34-сурет).



34-сурет. Нивелирдің осьтік құрылысы

6.3.2. Дөңгелек деңгейлеуішті тексеру

Дөңгелек деңгейлеуіштің осі нивелирдің айналу осіне параллель болуы тиіс. Көтергіш үш бұранда арқылы дөңгелек деңгейлеуіш көпіршігінің ортасына келтіріледі.

Одан кейін нивелир дүрбісін 180° -қа бұрады да, көпіршіктің орнын тексереді. Егер көпіршік нөл пунктке қалса, онда жоғарғы тексеру шартының орындалғандығы. Керісінше, шарттың орындалмаған жағдайда, дөңгелек ұстап тұрған үш түзеткіш бұрандалары арқылы ауытқудың жартысы түзетіледі. Ал қалған жартысы, көтергіш бұрандалар әсеріменен түзетіледі.

6.3.3. Жіптік торларды тексеру

Жіптік торлардың горизонталь штрихы нивелирдің айналу осіне перпендикуляр, ал вертикаль штрихы – параллель болуы тиіс. Екі штрихтың бір-біріне перпендикуляр болуына зауыт кепілдік береді. Сондықтан бұл тексеруді вертикаль штрихтың көмегімен жасаған дұрыс. Ол үшін нивелирден 20-25 м қашықтық жерге тіктеуіш іліп қояды да, нивелирдің айналу осі вертикаль бағытқа келтіріледі.

Егер дүрбіні тіктеуішке көздеген кезде вертикаль штрих тіктеуіш жібімен қабысып, оның бойымен өтетін болса, онда тексеру шартының орындалғандығы. Керісінше, бұл шарт орындалмаса, онда тордың түзету бұрандаларын босатып, диафрагманы жіптік тормен түзетеді.

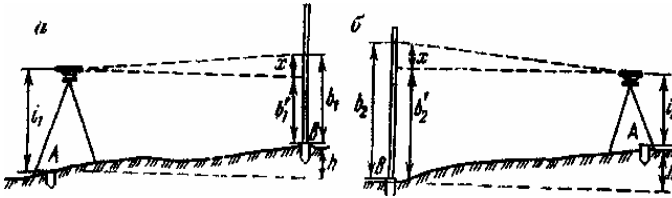
6.3.4. Негізгі геометриялық шартты тексеру

Цилиндрлік деңгейлеуіштің осі көздеу осіне параллель болуы үшін, бір жазықтықта жатуы керек. Бұл тексеру екі рет нивелирлеу арқылы жүргізіледі, яғни бір қашықтықты екі рет "алға" нивелирлеу арқылы тексеріледі.

Қашықтығы 30–40 м жерге екі қазық *A* және *B* қағылып (35 *a*-сурет), *A* нүктесіне нивелир, ал *B* нүктесіне рейка орнатылады. Аспап биіктігі (*i*) өлшеніп, рейкадан *b*₁ есебі

алынады. Егер көздеу осі VV мен, ал деңгей осі UU параллель болмаса, онда b_1 есебінің орнына b'_1 есебі алынып, қате шамасы анықталады. Сонда B нүктесінің A нүктесіне қарағандағы биіктік өсімшесі мынаған тең болды:

$$h = i - \epsilon_1 = i_1 - (\epsilon_1 - x) \quad (23)$$



35-сурет. Алға нивелирлеу

Енді нивелир мен рейканың орнын алмастырып, қайтадан аспап биіктігі (i_2) өлшенеді және B нүктесіне тұрған рейкадан санақ b_2 алынады (35 б-сурет). Екі нүктенің арасы өзгеріссіз қалғандықтан, b_2 санағындағы қате шамасы тағы да x тең болады, яғни:

$$h = b_2 - i_2 = b_2 - x - i_2. \quad (24)$$

(23) (24) және (25) формулаларынан x анықтайық:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}. \quad (25)$$

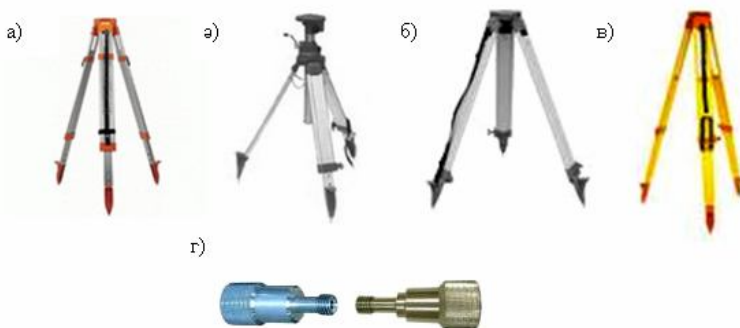
Егер $x < \pm 4$ мм болса, түзету жүргізілмейді. Керісінше, 4 мм-ден асып кетсе, элевациялық бұранданың көмегімен тордың ортаңғы штрихы түзетілген есепке $b_1 = b_2 - x$ келтіріледі. Бұл жағдайда цилиндрлік деңгейлеуіш көпіршігі нөл пункттен ауытқиды. Яғни, дүрбі ішіндегі көпіршіктің ұштасқан екі шеті алшақтайды. Көпіршіктің ауытқуы, цилиндрлік

деңгейлеуіштің түзеткіш бұрандалары арқылы қалпына келтіріледі.

6.4. Штативтер, консольдар және центрлеу құрылғылары

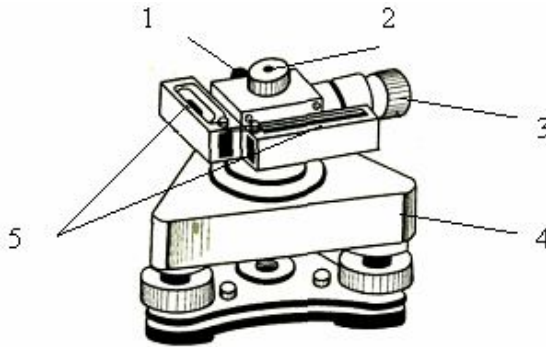
Штатив – аспапты нүкте үстіне немесе астына орнатып, жұмыс бабына келтіру үшін қажет және олардың ағаштан немесе металдан жасалған аяқтары болады. Штативтің аяқтары ысырылмалы және жиналмайтын болып келеді. Оның металдан жасалған басы, аспап пен қондырғыш арқылы байланысады.

Жерасты қазбаларын штатив орнатуға болмайтын жерлерінде *консоль* деп аталатын, қазба қабырғаларына бұрап орнатылатын қондырғы пайдаланылды.



36-сурет. а) алюминді штатив FS-20; б) элевациялық штатив ELV-166; в) ағаш штатив ШР160; г) жеңілдетілген ағаш штатив ШР130; д) қондырғы бұранда

Штативтің қондырғыш бұрандасы, тіктеуіш ілгіш ілмекпен, ал қазіргі заманғы теодолиттерде арнайы оптикалық центрлеу тіктеуіштермен жабдықталған (37-сурет).



37-сурет. Оптикалық тіктеуіш:

1-бағытты ауыстыру және бекіту бұрандасы; 2-вертикаль осі немесе қосымша құралдарды орнату орны; 3-окуляр; 4-трегер; 5-цилиндрлік деңгейлеуіш

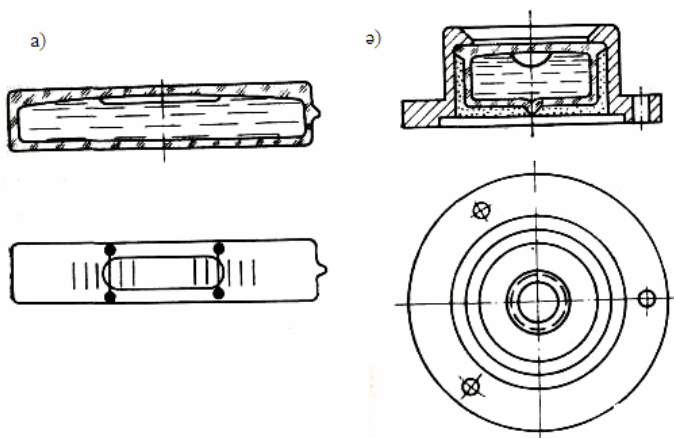
6.5. Деңгейлеуіштер

Деңгейлеуіш – аспаптардың осьтері мен жазықтарын горизонталь немесе вертикаль жағдайларға келтіру және өлшеу процесі кезінде, аспаптың жағдайын қадағалау үшін керек. Түрлеріне қарай деңгейлеуіштер – *цилиндрлік* және *дөңгелек* (сфералық) болып екі түрге бөлінеді (37-сурет).

Деңгейлеуіштер *ампула* (а) деп аталатын шыны түтіктен, оны сақтап тұратын және аспапқа бекітуге қажет металл қаптан (в) тұрады.

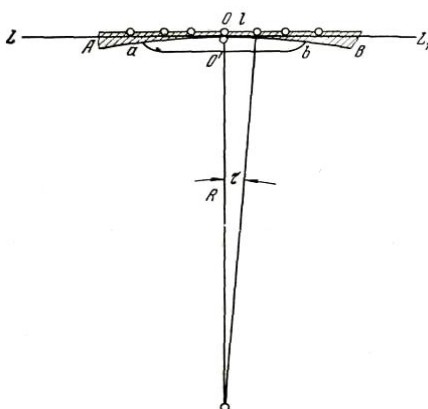
Ампуланың ішкі беті R-радиусымен жүргізілген шеңбер доғасына ұқсас болып келеді. Ампуланы ыстық сұйық затпен (эфир, этилді, спирт) толтырып аузын дәнекерлейді. Ал суығынан кейін сұйық заттың көлемі азайып, “деңгейлеуіш көрпіршігі” деп аталатын бумен толған кеңістік пайда болады.

Көпіршік әрқашан жоғарғы жағына орналасады. Ампула бетінде біркелкі штрихтар сызылған. Штрихтар арасы стандарт бойынша 2 мм-ге тең және оларды 0-дік штрихтың екі жағына әрбір 5 немесе 10 бөліктен нөмірлеп қояды.



38-сурет. Цилиндрлік және сфералық деңгейлеуіштер

Дөңгелек деңгейлеуіштердің бетінде штрихтардың орнына, радиустары бір-бірінен 2 мм айырмашылығы бар концентрлік шеңберлер жүргізілген. Әрі қарай деңгейлеуіштердің геометриялық элементтері мен ампулалардың түрлеріне тоқталамыз. 39-суретте О нүктесі деңгейлеуіш көпіршігінің ортасы деп аталады және оны – нөл-пункт дейміз.



39-сурет. Деңгейлеуіштің геометриялық элементтері

AB сфералық беттің O нүктесі арқылы өтетін LL_1 жанама сызығы деңгейлеуіштің $осі$ деп аталады. Деңгейлеуіштің беті 2 мм сайын тең бөліктерге бөлінген. Сол 2 мм – қарама-қарсы жатқан көлбеу бұрыш, τ – деңгейлеуіш бөлігінің бағасы және ол мына формула арқылы анықталады.

$$\tau = \frac{\ell}{R} \rho = \frac{2\text{мм}}{R} \rho ; \quad (26)$$

мұндағы l – ампула шкаласының бір бөлігінің бағасы ($l=2\text{мм}$); R – AB доғасының радиусы, мм; ρ – радиан.

Талаптарға байланысты ампула бөлігінің бағасы номиналды болып жасалады: 1'-тан жоғары – төменгі дәлдікті ампула, 5"-тен 1'-қа дейінгі орташа дәлдікті ампулалар, 5"-қа дейінгі – жоғарғы дәлдікті ампулалар.

6.6. Теодолиттердің санақ алу құрылғылары

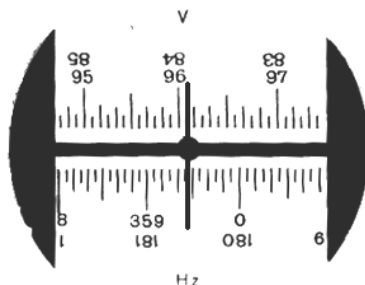
Геодезиялық аспаптардың қазіргі кездегі санақ алу құрылғыларының мынадай түрлері пайдаланылады:

- бағалау микроскобы;
- шкалалы микроскоптар;
- оптикалық микрометрлер.

1. Бағалау микроскобында лимб штрихтары арасын индекс сызық арқылы бағалайды. Көздің қабілетін пайдаланады (40-сурет).

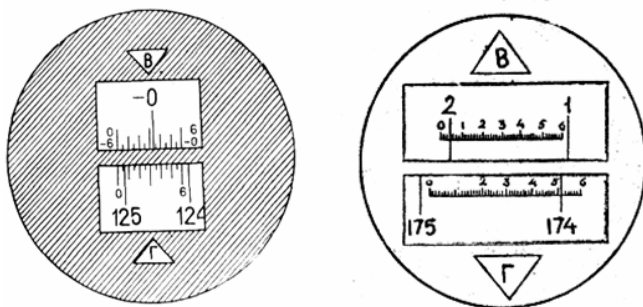
Микроскоптың объективін лимб штрихтарын бағалау индексімен бірге бейнелейді. Санақ индексі тегіс параллель пластинкаға сызылған. Мұндай санақ алу тетігі Т30 және Тео 080 теодолиттеріне тән. Бұл теодолиттер микроскобының көру өрісінде бір мезгілде горизонталь және вертикаль дөңгелектердің санақтары көрінеді. Демек, 2 дөңгелектен де, бір индекс арқылы санақ бағаланып алынады.

Санқ алу дәлдігі $t = \pm 1'$, микроскоптың үлкейтуі $19\times - 20\times$.



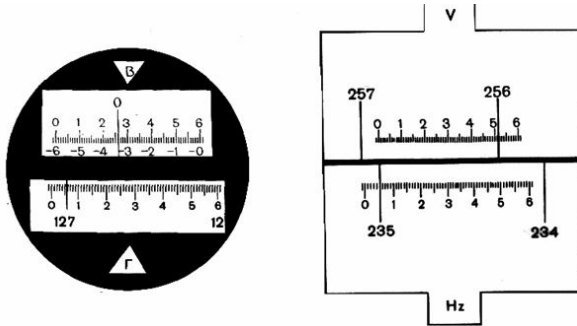
40-сурет. Theo 080 теодолитінің бағалау микроскобы
(гор.бұрыш $359^{\circ}29'$)

2. Шкалалы микроскоптарда лимб бөліктері арасын арнайы шкалалар арқылы анықтайды. Шкалалы микроскоптар көру өрісінде шкалалы горизонталь және вертикаль дөңгелектер бір мезгілде көрінеді.



41-сурет. Шкалалы микроскоп

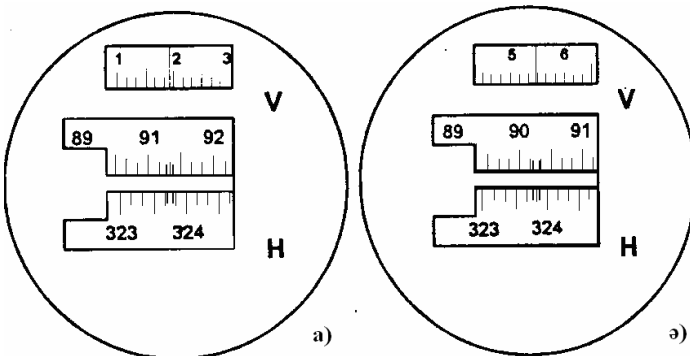
Шкалалы микроскоптар – санақ алу құрылғыларының ішіндегі ең көп таралғаны. Оларға: 2Т30М, 3Т5КП, 2Т5К, Theo 020, т.б. теодолиттер жатады.



42-сурет. 2Т5КП және Theo 020 есеп алу тетіктері

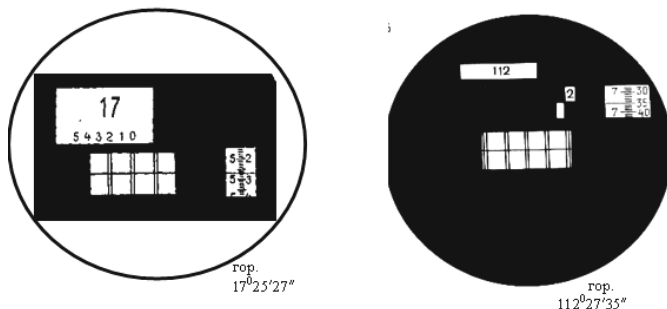
3. Оптикалық микрометрлер – өз кезегінде біржақты және екіжақты микрометрлер болып бөлінеді. Санақ алу құрылғысының бұл түрінде лимб немесе бір штрихты екінші штрихтың бойына дәл келтіру қажет.

Біржақты оптикалық микрометрде 4Т15П теодолитті лимб штрихы биссекторға келтірілген (43-сурет). Градустар мен бүтін минуттар биссектордан, ал қалған минуттар мен секундтар микрометр шкаласынан алынады.



43-сурет: а) вертикаль дөңгелек - $91^{\circ}21'55''$;
ә) горизонталь дөңгелек- $323^{\circ}55'28''$

Екіжақты оптикалық микрометрлер, дәл теодолиттерде (ЗТ2КП, Theo 010) қолданылады, яғни эксцентриситет әсерін жою үшін лимбтың екі жағынан есеп алынады. Микроскоп көру өрісінде тек горизонталь немесе вертикаль дөңгелекті бейнелейді (44-сурет).



44-сурет. ЗТ2КП және Theo010
теодолиттері микроскоптарының көру аясы

Санақ алу үшін микрометрдің барабаны арқылы лимбаның бір жағындағы штрихтарды, оның диаметральды қарама-қарсы жағындағы штрихтармен дәл келтіреді.

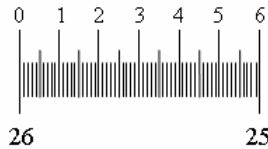
Градустар мен толық минуттар микроскоп терезешесінен, ал секундтар мен оның бөліктері – микрометр шкалаларынан алынады.

Лимб. Кез келген теодолиттің негізгі бөлігі лимб болып есептеледі. Лимб металл не шыныдан жасалады. Олар екі бөліктен: негізгі (қоладан жасалған диск) және оған бекітілген сақинадан тұрады. Ал бөлу машинасы арқылы 0^0 -тан 360^0 -қа дейін штрихтар сызылып цифрланған. Шыныдан жасалған лимб қалыңдығы 3–5мм жазық параллель пластинкалардан тұрады.

6.7. Шкалалы микроскопты зерттеу

Шкалалы микроскоптарды зерттеу – лимб бөліктері дәлдігінің шкала ұзындығына теңдігін анықтау, яғни $\lambda = qn$; мұндағы λ – лимб бөліктерінің дәлдігі; q – микроскоп

шкаласының дәлдігі; n – шкала саны (45-сурет).



45-сурет. Шкалалы микроскоптың ренін анықтау

Егер qn λ -ге тең болса, онда лимбтың 2 - бөлігінің арасына n – шкала бөлігі емес, n – бөлік саны сияды. Берілген шкала бөліктері мен шын мәніндегі бөліктер санының айырмашылығын – *рен* деп атайды, яғни:

$$r = n - n'$$

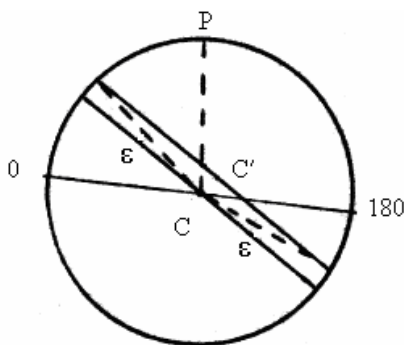
Егер *рен* – r шектен шығып кетсе, онда өлшеу нәтижелеріне *рендік* түзетпе енгізіледі. Шкалалы микроскопты теодолиттерде *ренді* табу үшін әрбір 30^0 сайын лимб штрихтары зерттеледі де, *реннің* арифметикалық ортасы анықталады. Егер *рен* $r > +0,25$ -тен асып кетсе, онда микроскоп объективі түзетіледі. 7-кестеде 2Т5К теодолитінің *ренін* анықтау нәтижелері берілген.

7-кесте

Бақылау реттері	Алынған есептер		Рен $r = n - n'$	Ескертпе
	Лимбтегі градустар	Микроскоп шкала n'		
2	0°	60,0	0,0	$\lambda = 60'$ $n = 60$ $q = 1$ $\Gamma_{\text{орт}} =$ $\Sigma r / 12 = +1,5 / 12 =$ $+0,125$ $r_{\text{орт}} < 0'',25$
3	30°	60,0	0,0	
4	60°	59,9	+0,1	
5	90°	59,7	+0,3	
.	.	.	/	
.	.	.	/	
.	.	.	/	
.	120°	59,8	+0,2	
n	330°	59,9	+0,1	
			$\Sigma r = +1,5$	

6.8. Горизонталь дөңгелек алидаданың эксцентриситетін зерттеу

Алидада мен лимбтің айналу осьтері бір-біріне жанасуы керек. Яғни, 46-суреттегі алидаданың центрі C , лимб центрі C' ке дәл келуі кажет. Осы центрлердің дәл келмеуін, алидаданың *эксцентриситеті* деп атайды.



46-сурет. $CC' = l$ сызықтың эксцентриситеті; 0 – лимбтың нөлдік штрихы; P – C және C' нүктелерін қосатын түзу бойынан алынған санақ; ε – бұрыштық эксцентриситет

Лимбтың центрі мен алидада центрлері бір-біріне дәл келмесе, онда алынған есептердің айырмашылығы 180^0 және 2ε тең болады. Алынған екі есептің арифметикалық ортасында эксцентриситет болмайды.

Шкалалы микроскопты теодолиттерде горизонталь дөңгелек алидадасының эксцентриситеті әр 30^0 сайын зерттеледі. Теодолиттің центерленуі, аспаптан 30 м-дей жерде орналасқан нүктеге кезекпен ДС және ДО жағдайларында көздеп, санақтар алынады. Олардың нәтижелері 8-кестеде берілген.

8-кесте

Зерттеу	Горизонталь дөңгелектен алынған санақтар		$2\varepsilon =$ ДО - ДС $\pm 180^0$	$D=2\varepsilon - 2\varepsilon_0$
	ДО	ДС		
1.	0 ⁰ 18,2	180 ⁰ 18,1	+0',2	+0',14
2.	30 03,4	210 08,1	+0,3	+0,24
3.	60 27,1	240 26,9	+0,2	+0,14
4.	90 53,6	270 53,5	+0,1	+0,06
5.	120 16,0	300 16,0	0,0	-0,06
6.	150 24,2	330 24,2	0,0	-0,06
7.	180 05,5	0 09,6	-0,1	-0,16
8.	210 34,0	30 34,2	-0,2	-0,26
9.	240 28,1	60 28,2	-0,1	-0,16
10.	270 15,2	90 15,2	0,0	-0,06
11.	300 17,1	120 17,0	+0,1	+0,04
12.	330 23,1	150 22,9	+0,2	+0,14

$$\sum 2\varepsilon = +0,1$$

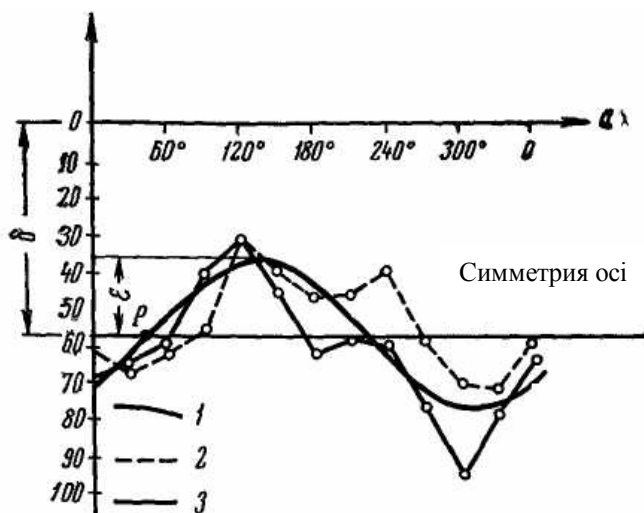
$$2\varepsilon_0 = \frac{\sum 2\varepsilon}{12} = +\frac{0'.7}{12} = +0',06;$$

Алидада эксцентриситеті тура және кері бағытта екі рет анықталады да, d-ның мәндері бойынша график сызылады (47-сурет).

Графиктен бұрыштық эксцентритет – ε_{max} және P есебі анықталып, да сызықтық эксцентриситет – l мына формула бойынша есептеледі:

$$l = R \sin \varepsilon_{max};$$

мұндағы R – лимбтың радиусы, 2Т2 теодолиті үшін $R = 45$ м.



47-сурет. 2Т5К теодолитінің горизонталь дөңгелегінің алидада эксцентриситетін анықтау графигі
1 – бірқалыпты тегіс қисық; 2 – тура жүріс; 3 – кері жүріс

Бақылау сұрақтары.

1. Лупа деген не және оларды қайда пайдаланады?
2. Микроскоптың атқаратын міндеті.
3. Геодезиялық аспаптардың көру дүрбілері, құрылымы, атқаратын міндеті?
4. Көру дүрбісінің үлкейткіштігін қалай анықталады?
5. Көру дүрбісінің көру өрісінің бұрышын анықтау?
6. Теодолиттің осьтік құрылымы және механикалық бөліктері?
7. Лупа деген не және оларды қайда пайдаланады?
8. Микроскоптың атқаратын міндеті?
9. Геодезиялық аспаптардың көру дүрбілері, құрылымы, атқаратын міндеті?
10. Көру дүрбісінің үлкейткіштігі қалай анықталады?

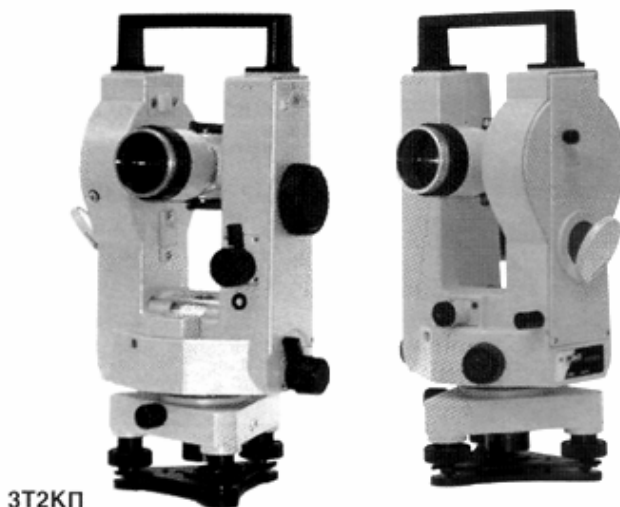
VII тарау. ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТЕОДОЛИТТЕР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТ

Теодолит (грек. *theadomai* – қараймын және *dolichos* – ұзын) – горизонталь, вертикаль бұрыштарды және жіптік қашықтық өлшеуіштің көмегімен ара қашықтықты өлшеуге арналған маркашдерлік-геодезиялық аспап. Зерттеу және құрылыс жұмыстарына арналған теодолиттер, әдетте буссольдармен, ал олардың кейбіреулері дүрбісінде цилиндрлі деңгейлеуіштер және қашықтық өлшеуіш саптамамен жабдықталады. Теодолиттің бұрыш өлшеуіш дөңгелектері металл мен шыныдан жасалады. Біріншілерінің санақ тетігі – микроскоп-микрометрлер шкалалы микроскоптар, ал екіншілерінде – оптикалық микрометрлер, шкалалы және штрихты микроскоптар болады. Шыны дөңгелегі бар теодолиттер – *оптикалық теодолиттер* деп аталады. Осытерінің құрылысы бойынша теодолиттер – *қарапайым* және бұрыштарды *қайталаулар* әдісімен өлшеуге мүмкіндік беретін *қайталауыш* болып бөлінеді. Теодолиттер дәлдігіне қарай: *жоғары дәлдікті, дәл және техникалық* болып үш топқа бөлінеді.

7.1. 3Т сериялы теодолиттер

3Т сериялы теодолиттерге - 3Т2КП және 3Т5КП теодолиттері жатады. 3Т2КП теодолиті триангуляцияда, полигонометрияда, геодезиялық толықтыру тораптарында, қолданбалы геодезияда, астрономиялық-геодезиялық өлшеулерде горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеуге қолданылады.

3Т5КП теодолиті – бұрыштарды геодезиялық толықтыру тораптарында, қолданбалы геодезияда, іздену жұмыстарында, теодолиттік түсірістерде, жер бетіндегі маркашдерлік жұмыстарда қолданылады (48-сурет).



48 - сурет. 3T2KP және 3T5KP теодолиттері

Теодолиттердің техникалық сипаттамалары 10-кестеде келтірілген.

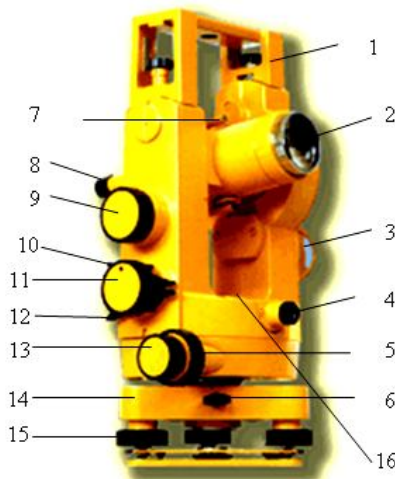
10-кесте

Техникалық сипаттамалары	3T2KP	3T5KP
Дүрбінің үлкейтуі, есе	30	30
Объективтің жарықтық диаметрі, мм	40	40
Көру өрісінің бұрышы, град	1°35	1°35
Көздеудің кіші ара қашықтығы, м	0,9	0,9
Вертикаль, дөңгелек компенсаторы жұмысының ауқымы	4	5
Санақ микроскобының дәлдігі	1"	1'
Горизонталь бұрыш өлшеудің орташа квадраттық қателігі	2	5
Вертикаль бұрыш өлшеудің орташа квадраттық қателігі	2,4	5
Теодолит массасы, кг	4,7	4,3

7.2. Carl Zeiss (ГДР) теодолиттері

7.2.1. *THEO 010B*, микротриангуляция, полигонометрия, геодезиялық толықтыру тораптары, қолданбалы және инженерлік геодезия, арнайы геодезиялық жұмыстар, құрылыс, астрономиялық-геодезиялық өлшеулерде горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеуге қолданылады.

Горизонталь бұрыштарды өлшеу дәлдігі – 1.5", ал вертикаль бұрышы 2" құрайды. Көру дүрібісінің ұлғайтқыштығы 30х, тура бейнелейді. Ал вертикаль дөңгелек компенсаторларының жұмыс істеу ауқымы 5'-тен аспайды, оптикалық центрир, теодолит массасы табанымен бірге 4,5 кг құрайды (49-сурет).



49-сурет. THEO 010:

1-тұтқасы; 2-көру дүрбісі; 3-айнасы; 4-оптикалық центрлеу;
5-вертикаль дөңгелектің жетекші бұrandасы; 6-теодолит тұғырын
бекітетін бұrandа; 7-визир; 8-санақ микроскопы және кремалера;
9-микрометрлік бұrandа; 10-вертикаль дөңгелектің бекіткіші;
11-микроскоптағы вертикаль және горизонталь санақ көрінісін
көрсететін бұrandа; 12-горизонталь дөңгелектің бекіткіші;
13-горизонталь дөңгелектің жетекші бұrandасы; 14-трегер;
15-көтеру бұrandасы; 16-сфералық деңгей

7.2.2. Теодолит THEO 015B

Горизонталь бұрыштарды өлшеу дәлдігі – 4", ал вертикаль бұрышы – 5– 6" құрайды. Көру дүрібісінің үлкейтуі 30х, тура бейнелейді. Вертикаль дөңгелек компенсаторларының жұмыс істеу ауқымы 5'-тан аспайды, оптикалық центрир, теодолит массасы табанымен бірге 4,6 кг құрайды.

THEO 015B теодолиті – бұрыштарды геодезиялық толықтыру тораптарын, қолданбалы геодезия, инженерлік-ізденіс жұмыстары, құрылыс, теодолиттік түсірістер, жер бетіндегі геодезиялық-маркшейдерлік жұмыстарда, т.б. қолданылады.

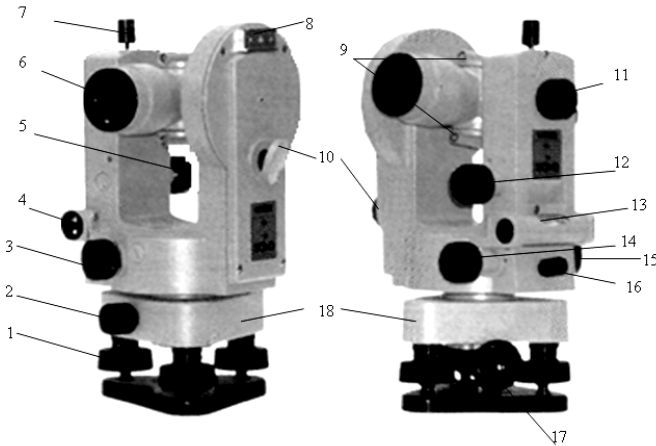
7.2.3. Теодолит THEO 020B

Горизонталь бұрыштарды өлшеу дәлдігі – 5", ал вертикаль бұрышы – 6–8" құрайды. Көру дүрібісінің үлкейтуі 30х тура бейнелейді. Вертикаль дөңгелек компенсаторларының жұмыс істеу диапазоны 5'-тан аспайды. Оптикалық центрир, теодолит массасы табанымен бірге 4,8 кг құрайды.

THEO 020B теодолиті, тахеометриялық және теодолиттік түсірістер мен жоғары дәлдікті қажет етпейтін жұмыстарда қолданылады. Олар қолдануға ыңғайлы, әрі қарапайым. Аспап тұғырында оптикалық центрир бар және ол штативті жүйе бойынша жұмыс істеуге мүмкіндік береді

7.3. 4Т – сериялы оптикалық теодолиттер

4Т-сериялы оптикалық теодолиттер горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеу мен көру дүрбісіндегі деңгейлеуіш көмегімен нивелирлеу үшін қажет. Бұл теодолиттер тахеометриялық, теодолиттік түсірістерге және жоғары дәлдікті қажет етпейтін жұмыстарда қолданылады. Олар қолдануға ыңғайлы, әрі қарапайым. Аспап тұғырында оптикалық центрир бар, ол штативті жүйе бойынша жұмыс істеуге мүмкіндік береді (4Т15П, 4Т30П) (50-сурет).



50-сурет. 4Т15П, 4Т30П теодолиттері:

1-көтеру бұрандасы; 2-теодолит тұғырын бекіту бұрандасы;
3,15- лимбты өзгертетін бұранда; 4,13– цилиндрлік деңгейлеуші;
5,12 - вертикаль дөңгелектің жетекші бұрандасы; 6- көру
дүрбісі; 7- вертикаль дөңгелекті бекіту бұрандасы; 8 - буссольды
бекітетін орын; 9- көз мөлшерімен бағыттауға арналған көздегіш;
10-микроскоптан санақ алуға жарық түсіретін айна; 11-кремальера;
14-горизонталь дөңгелектің жетекші бұрандасы; 16- алидаданың
бекіту бұрандасы; 17- оптикалық центрлеу микроскобы; 18- трегер

Теодолиттердің ерекшеліктері:

- көру дүрбісінің тура бейнелеуі;
- лимбты арнайы бұранда арқылы бұрап қоюы;
- кез келген ауа райында жұмыс істеу қабілеті;
- салмағы жеңіл, әрі қазіргі заманғы дизайн.

Теодолиттің жинақтамасында: аспап, шпилька, үлкен бұрауыш, кіші бұрауыш, паспорт, қабы бар.

Теодолиттің техникалық сипаттамалары 9-кестеде берілген.

Техникалық сипаттамалары	4Т30П	4Т15П
Көру дүрбісінің үлкейтуі, есе	20	20
Көздеудің ең кіші қашықтығы, м	1,2	1,2
Вертикаль, дөңгелек компенсаторының жұмыс ауқымы,	4	5
Санақ микроскопы шкаласының бағасы	1''	1'
Горизонталь бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі	20''	15''
Вертикаль бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі	30''	15''
	3,5	3,5

7.4. Электронды теодолиттер

Қазіргі электронды теодолит – бұл оптикалық-электронды аспап, оның құрамы теодолитпен, микропроцессорлы қашықтық өлшегіш пен өлшеу нәтижелерін сақтау және өңдеу функцияларымен қамтылған.

7.4.1. Лазер қондырылған *LDT5D SQKKIA теодолиті*

Лазер қондырылған *LDT5D SQKKIA теодолиті* тоннель, жерасты жұмыстарында жарығы әлсіз жерлерде жұмыс істеуге таптырмайтын аспап. Бұл аспап электронды теодолит пен лазерлі көздегіштің қосындысын береді. Сәуле таратқыш лазер екі режимде жұмыс істейді: фокусталған сәуле (жоғарғы дәлдікте бағыттау үшін) және параллель шоғырланған (бағытты бақылау үшін) сәуле.

Екі осьті компенсатор бұрыштық өлшеулердің дәлдігін максималь алуға мүкіндік береді. Ұзақ мерзімді лазерлі диодтың екі сәулелену қуаты бар (1МВт – 200 м немесе 2,5 МВт – 400 м).

Аспаптың функционалды батырмалары өте ыңғайлы, әрі қолайлы етіп жасалған (51-сурет). Стандартты жинақ: аспап, аккумуляторлар BDC25A – 2 дана, зарядты құрылғы, нұсқаулар, футляр.



51-сурет. Лазер қондырылған LDT5D және DT500, 500Д SOKKIA теодолиттері

SOKKIA-нің *DT500, 500Д, 600* теодолиттері – *DT500/600* электронды теодолиттердің жаңа сериясы болып табылады. *DT* – бұрыштарды өлшеуге арналған жетік аспап. Аспапты қолдану кезінде санақ қателіктері толығымен жойылады (бұрыш нәтижелері дисплейге беріледі). Аспап, пішіні жағынан жұмыс істеуге қолайлы, жаңа дизайн, оптикалық центрлеу және қолайлы үлкен дисплеймен қамтылып, 4 кнопкамен жұмыс істейді.

11-кесте

LDT50, DT500A, DT600, DT500 теодолиттерінің техникалық сипаттамасы

Көру дүрбісінің үлкейтуі, өлшеу бұрыштарының ОҚК, " Компенсатор Дисплей Батареясыз массасы, кг Жұмыс температурасы, °C	LDT50	DT500	DT500A	DT600
	30x			26x
	5			7
	Екі осьті диапазонымен ±3'		2 жол бір экран, 4,6	x 8 символдан, бір жағынан 4,2
	4 жол x 20 символдан, 2 жол x 8 символдан, екі жағынан екі экран			
	5,7 4,7			
	- 20° - + 50°			

Сенімді екі осьті компенсатор (DT500/LDT50). Аспап С (R14) типті 2 батареямен жұмыс істейді. Сыртқы әсерлерден қорғалған, ауа райының қолайсыз жағдайларында да жұмыс істейді (қатты шаңды, ылғалды, жаңбырлы жерде).

7.4.2. *Leica Builder T100/T200, R100,R100M/R200,R200M* электронды теодолиті

Builder T100/T200 электронды теодолитері құрылыс саласында қолдануға арналған. Теодолиттің ОКҚ 9"- 6", екі осьті компенсатор және лазерлік тіктеуішпен қамтылған. Көру дүрбісінің үлкейтуі 30-есе, сонымен қатар клавиатура, трегер құралдарымен қамтылған.

Builder R100,R100M электронды теодолитері құрылыс саласында қолдануға арналған. Теодолиттің ОКҚ 9"- 6". Электронды теодолит екі осьті компенсатор, лазерлік тіктеуішпен, сонымен қатар клавиатура және трегер құралдарымен жабдықталған. Көру дүрбісінің үлкейтуі 30 крат. Теодолит қашықтық өлшеу функциясымен қамтылған. Ара қашықтықты өлшеудегі қателігі 3мм+2мм/км.



52-сурет. *Leica Builder* T100, R200, R200M электронды теодолиттері

Builder R200, R200M электронды теодолиттері құрылыс саласында қолданылады. Теодолиттің ОКҚ 9"- 6", екі осьті компенсор және лазерлік тіктеуішпен қамтылған. Көру дүрбісінің үлкейтуі 30 есе, ол сонымен қатар клавиатура, трегер, призма, шағылдырғышқа арналған қада мен өлшенген деректерді көшіру және енгізуге арналған (Lemo-USB). RS232 интерфейспен жабдықталған. Теодолит, қашықтық өлшеу функциясымен қамтылған. Ара қашықтықты өлшеудегі қателігі 3 мм+2 мм/км. Ішкі жады бар, яғни 10000 нүктеге арналған. Бұл электронды теодолиттер бірнеше тілдер және Autocad программасында оқуға арналған «Direct.DXF» функциясымен қамталған. Нүкте координаталарымен аттарын бірнеше қабаттарда сақтауға болады.

Бақылау сұрақтары.

- Микроскоптың атқаратын міндеті?
- Геодезиялық аспаптардың көру дүрбілері, құрылымы, атқаратын міндеті?
- Көру дүрбісінің үлкейтуі қалай анықталады?
- Көру дүрбісінің көру өрісінің бұрышын анықтау?
- Теодолиттің осьтік құрылымы мен механикалық бөліктері?
- 3Т2КП және 3Т5КП теодолиттері дүрбілерінің конструкциясы қандай?
- Санақ алу құрылғылары.
- Деңгейлеуіштер.
- Компенсаторлар.
- ТНЕО010 және ТНЕО020, 015 теодолиттері дүрбілерінің конструкциясы қандай?
- Электронды теодолиттер туралы не білесіз?

VIII тарау. ОПТИКАЛЫҚ, ЛАЗЕРЛІК ЖӘНЕ САНДЫҚ ЭЛЕКТРОНДЫ НИВЕЛИРЛЕР

8.1. Нивелир конструкцияларының ерекшеліктері мен сипаттамалары

Белгіленген талаптарға сай нивелирдің үш түрі шығарылады: жоғары дәлдікті нивелир – *H05*, олар 1 және 2 кластық нивелирлеуді жүргізуге; дәл сериялы нивелирлер – *H3*, 3 және 4 кластық нивелирлеуді жүргізуге және техникалық сериялы нивелирлер – *H10*, техникалық нивелирлеуде, топографиялық түсірістер мен инженерлік–геодезиялық ізденістерде қолданылады.

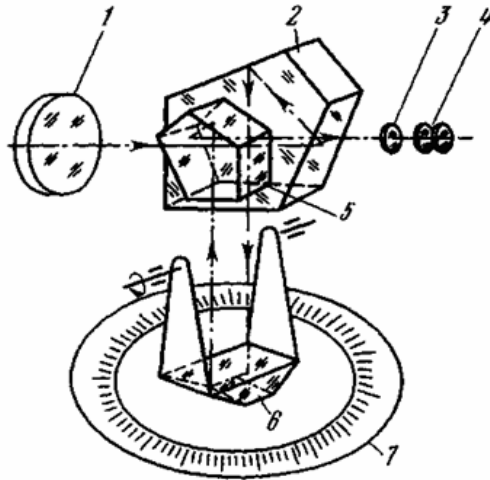
Стандарт бойынша нивелир *H* әрпімен белгіленеді, *H* әрпінен кейінгі сан 1 км-лік қос жүрістегі өзара биіктіктің орташа квадраттық қателігін көрсетеді. Нивелирлерде көру дүрбісі цилиндрлік деңгейлеуішпен не компенсатормен жабдықталады. Егер компенсаторы болса, онда дәлдікті көрсететін саннан кейін *K* әрпі қосылып жазылады. Сонымен қатар, дәл және техникалық нивелир, горизонталь бұрыштарды өлшеуге лайықталған лимбтармен жабдықталған. Ол жағдайда нивелир шифрына *L* әрпі қосылады. Егер көру дүрбісі заттың тура бейнесін көрсетсе, онда нивелир шифрына *P* әрпі қосылып жазылады. Мысалы, *H-10KPL* деген техникалық нивелирдің компенсаторы, лимбасы бар және көру дүрбісі тура бейне көрсететінін айқындайды.

H-05 нивелирі *H-2* нивелирі негізінде 1979 жылдан бастап шығарылды. Нивелирдің дүрбісі – іштен фокустағыш, контактылы цилиндрлік деңгейлеуіші, оптикалық микрометрі, элевациялық бұрандасы, қысып қоятын және дүрбіні дәл көздеуге қажет көздеуші бұрандалары бар.

H-3 нивелирі 1977 жылдан бастап шығарыла бастады. Оның компактылы цилиндрлік деңгейлеуіші және элевациялық бұрандасы бар. Цилиндрлік деңгейлеуіш көпіршігінің екі жағының бейнесі, дүрбінің көз шалымына призмалық жүйелер арқылы келіп түседі. *H-3* нивелирінің жаңартылып шығарылған

түрі Н-3К нивелирі. Бұл нивелирде маятникті компенсатор орнатылған. Н-3К нивелирі горизонталь лимбпен жабдықталып Н-3КЛ болып жарық көрді, мұндағы лимб бөліктері шкаласының дәлдігі 1° . Лимбта есеп $0,1^\circ$ қателікпен алынады.

Н-10 нивелирі – тура бейне көрсететін ішкі фокустағыш линзасы бар дүрбіден, контактылы цилиндрлік деңгейлеуіштен, элевациялық бұрандадан тұрады (53-сурет). Бұл нивелирдің бір ерекшелігі – ол жұмыс бабына тұғырық көтергіш бұрандалардың рөлін атқарушы штативтегі шарлы табан арқылы келтіріледі. Бұл нивелирде горизонталь лимбпен бірге 2Н-10Л деген шифрмен шығарылады.



53-сурет. Н-10КЛ нивелирінің көру дүрбісінің оптикалық сызбанұсқасы: 1-объектив; 2,5- пентапризма; 3-жіп торы; 4-окуляр; 6-компенсатордың тікбұрышты жылжымалы призması; 7- горизонталь лимб

Компенсатор ретінде тік бұрышты призма қолданылады. Көру дүрбісінің фокустағыш линзасы жоқ. Мұнда оның қызметін вертикаль бағытта жылжи алатын компенсатордағы тік бұрышты призма атқарады.

Нивелир дүрбісі заттың тура бейнесін көрсетеді. Ол толығымен айналатын екі пентапризма жүйелері арқылы жүзеге асады. Нивелир көру дүрбісі, компенсатордың комплектілері мен басқа да оптикалық бөліктермен төрт бұрышты қаптамада орналасқан. Нивелирдің төменгі жағында 1°-тық шкалаларға бөлінген горизонталь лимб бар.

Қазір дүниежүзінің көптеген елдерінде нивелирлер шығарылады, олардың 40%-ы компенсаторлы. Компенсаторлы нивелирлер тиімділігінің жоғарылығына қарамастан, деңгейлеуішті нивелирлер де күннен-күнге жетілдіріліп келеді.

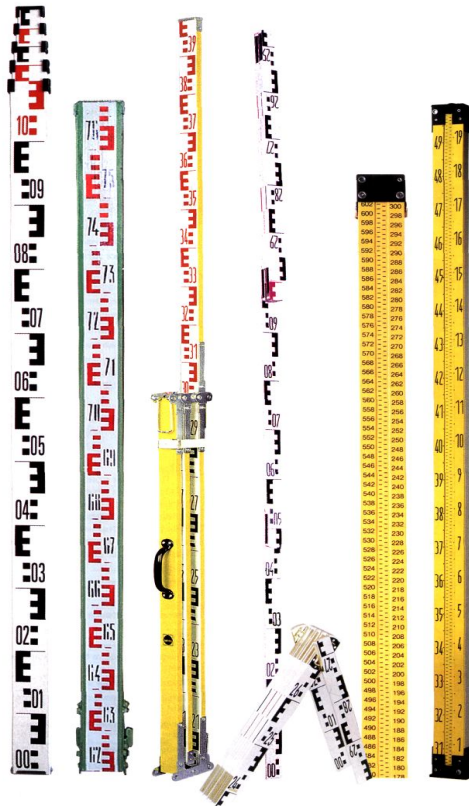
8.2. Нивелирлік рейкалар, олардың тексерулері

8.2.1 Өзара биіктік анықтаудың жұмыстық өлшемдері

Нивелирлік рейкалар қылқан жапырақты ұзақ тұрған ағаштан жасалады. Рейканың бір жағы қара, екінші жағы қызыл бояумен боялып, цифрланады. Алып жүруге қолайлы рейкалар бүктемелі және жиналмалы болып келеді. Онда әрбір дециметр жазылады, ал сантиметрлік бөліктер санақ алуды жеңілдету мақсатымен 5 см сайын топтарға біріктірілген. Мысалы, **Е** әрпіне сәйкес топ 50 мм-ді көрсетеді. Рейканың ең кішкене бөлігінің сандық шамасы – *рейка бағасы* деп аталады. Жиналмалы және тұтас рейкалардың ұзындығы 3–4 м-ге тең. Оларды дәл және техникалық жұмыстарға арнап шығарады. III және IV кластық нивелирлеулерде, әдетте 3– метрлік, екіжақты, сантиметрлік бөліктері бар шашкалы рейкалар қолданылады. Рейканың төменгі жағына, оны тез тозудан қорғайтын болат пластинкадан жасалған табан қағылған.

РНЗ (Р– рейка, Н– нивелирлік, 3–1 км – екі жүрістегі өзара биіктік анықтаудың орташа квадраттық қателігі 3 мм) деп цифрланады. Нивелирлік рейкалармен қолайлы, әрі тез жұмыс істеу үшін, оларға қосымша дөңгелек деңгейлеуіш пен тұтқа орнатылған (54-сурет).

Рейкалар біржақты немесе екіжақты болып келеді.



54-сурет. Нивелир рейкалары

Екіжақты рейкалардағы 1 см-лік бөліктер бір жағында қара, ал екінші жағында қызыл түспен белгіленген. Рейканың қара жағында есептеу нөлден басталады да, ол негізгі жағы болып есептеледі. Рейканың қызыл жағы – тексеру үшін қажет, оның табаны нөлден емес басқа саннан, мысалы 4687 не 4787 мм-ден басталады. Егер нивелирлеу кезінде рейканың екі жағынан санақ алынса, онда қызыл жағынан алынған санақтан, қара жағынан алынған санақты шегергенде, әрқашан 4687, 4787 саны қалып отыруы қажет. Бұл санақ алудың дәлдігін, әрі дұрыстығын

көрсетеді. Жұмыс жүргізер алдында нивелирлік рейкалар тексерілуі тиіс. Нивелирлік рейкалар ауа райының кез келген жағдайларында қолданыла береді. Оның жұмыс істеу диапазоны - 40...+50°C.

Қазіргі таңда құрылыс пен инженерлік жұмыстарға арналған 3, 4, 5 м-лік бір және екіжақты телескопиялық алюминийден жасалған жиналмалы рейкалар қолданылуда (TS3-3E). Сонымен қатар, сандық нивелирлерге арналған жиналмалы штрих кодты екі-жақты рейкалар геодезиялық жұмыстарда кеңінен қолданылуда.

РН-05 рейкасы. I және II кластық нивелирлеулерде инварлық 3 м рейкалар қолданылады. Ағаштан жасалған рейка ұзындығы 3060 мм, ені 85мм, қалыңдығы 40 мм-ді құрайды. Рейканың ортасынан ұзына бойына 6–8 мм құрайтын ойық жасалып, оған бөліктері бар инварлық лента орнатылған.

Инварлық лентаның ұзындығы 3000 мм, ені 25мм, қалыңдығы 0,6 мм. Инварлық лентаға, негізгі (оң жағы) және қосымша (сол) екі шкала бөліктері салынған. Әр шкаладағы (штрихтар) сызықтар 5 мм сайын белгіленген. Сызықтардың қалыңдығы 1 мм, ұзындығы 6 мм. Екі шкаланың аралығы 2,5 мм. Негізгі шкала 0-ден 60-қа дейін, ал қосымшасы 60-тан 119-ға дейін жазылған. Олар жарты дм өлшемге негізделген. Қосымша және негізгі шкаланың айырмашылығы – тұрақты 59,25 жарты дм тең. Шкаланың инварлық жолағындағы бөлігін жоғарғы дәлдікпен жасайды. Ал рейканың ең кіші 5 мм бөлігі, 0,05 мм-ден аспауы тиіс.

8.3. Оптикалық нивелирлер

Оптикалық нивелирлер – ең көп таралған аспаптар. Олардың әр түрлілігі – қолдану аумағының кеңдігіне байланысты: құрылыста және жабдықтарды монтаждауда, мемлекеттік нивелирлік тораптарды құруда кеңінен қолданылады. Стандарт бойынша нивелирлер: техникалық, дәл және жоғарғы дәлдікті болып бөлінеді.

8.3.1. 3Н2КЛ, 3Н3КЛ, 3Н5Л, Н-05 нивелирлері

3Н5Л – дүрбісінде цилиндрлік деңгейлеуіш пен горизонталь лимбасы бар техникалық нивелир. Орташа квадраттық қателігі 4 мм, тура бейне береді, үлкейтуі $20^{\times}$, ең кіші көздеу ара қашықтығы – 1,2 м, жұмыс ауқымы $\pm 15'$, массасы 1,4 кг (55-сурет).



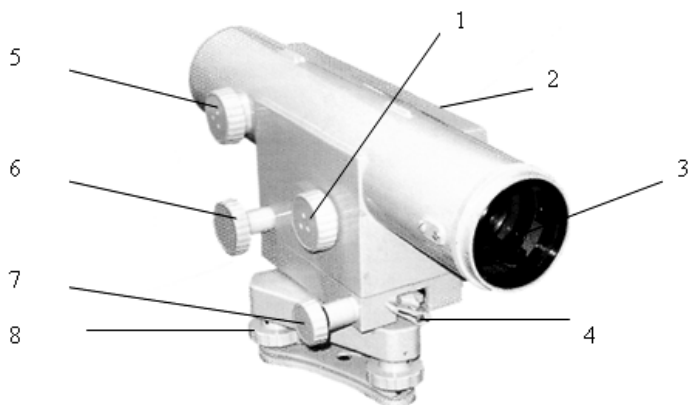
55-сурет. Техникалық және дәл нивелирдің сырт көрінісі

3Н2КЛ – нивелирі горизонталь лимбасы бар, дәл автоматтандырылған нивелир. Өзара биіктікті анықтаудағы орташа квадраттық қателігі: микрометрлі саптамамен - 1 мм, саптамасыз - 2 мм. Тең, дүрбісі тура бейнені көрсетеді, Жұмыс ауқымы $\pm 15'$, массасы 2 кг.

3Н3КЛ – горизонталь лимбымен жабдықталған техникалық автоматты нивелир. Кешенінде: нивелирдің өзі, нұсқаулығы, құжаты, алып жүруге лайықталған қапшығы бар.

4Н3КЛ – горизонталь лимбамен жабдықталған Ресейдің соңғы шығарған автоматты нивелирі. Қателігі 2,5 мм/км, үлкейту $23^{\times}$ есе, магниттік компенсатор, салмағы 1,5 кг.

Н-05 - жоғары дәлдікті нивелир (56-сурет). Ол мемлекеттік тораптарда I және II кластық нивелирлеу жүргізуге және геодинамикалық полигондарда, инженерлік-геодезиялық жұмыстарда да пайдаланылады. Жоғарғы дәлдікті Н-05 нивелирі Н2 негізінде жасалған.



56-сурет. Н-05 – нивелирі:

1- санақ алу шкаласының бұрандасы; 2-контакті деңгейлеуіш; 3-көру дүрбісі; 4-горизонталь жағдайды бекіту бұрандасы; 5-фокустаушы бұранда; 6-элевациялық бұранда; 7- жетекші бұранда; 8- көтеру бұрандасы

Н-05 нивелирімен жұмыс істегенде жарты сантиметрлік бөліктері бар арнайы рейкалар қолданылады. Н-05 нивелирінің техникалық сипаттамасы 10-кестеде келтірілген.

12-кесте

Н-05 – нивелирінің техникалық сипаттамасы

Өзара биіктік анықтаудың 1 км қос жүрістегі орташа квадраттық қателігі, мм	0,4
Бейнелеу түрі	кері
Көру дүрбісінің үлкейтуі, есе	42 ^x
Көздеудің ең кіші ара қашықтығы, м	2,2
Деңгейлеуіш бөліктерінің дәлдігі	10"/2 мм
Массасы , кг	6,0
Көлемі	400*160*220
Кепілдік мерзімі	2 жыл

Жоғарғы дәлдіктегі Ni004 нивелирі «Карл Цейс Йена» (ГДР) жоғарғы техникалық көрсеткіштерімен белгілі. Ол негізінен I, II кластық нивелирлеу жұмыстарында қолданылады.

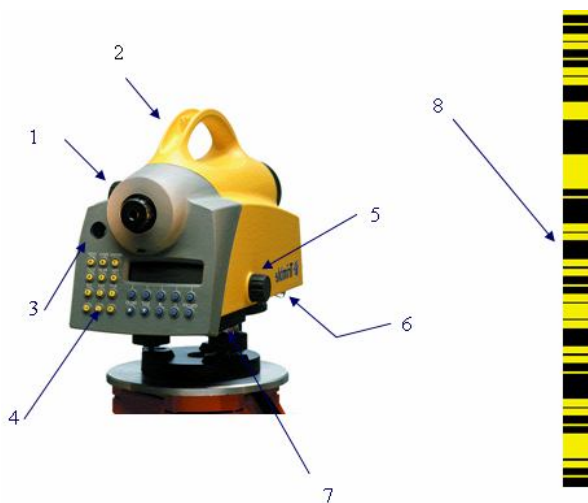
Жоғарғы дәлдікті компенсаторлы нивелирлер. Геодезиялық өлшеулердің автоматтандыру процесіне байланысты, көздеу (деңгейінің) сызығының өздігінен (горизонталь жағдайға келуі) құрылатын нивелирлер кеңінен тарала бастады. Бұл аспаптарда деңгейлеуіш орнына, нивелирдің көлбеу бұрышының компенсаторы қолданылады.

Компенсаторлы Ni 002 нивелирін «Карл Цейс Йена» шығарған, ол I және II кластық нивелирлеу жұмыстарында қолданылады. Оның жұмыс істеу кезіндегі орташа квадраттық қатесі 0,05"-тен аспайды.

8.4. Dini 12/12t/22 сандық нивелирі

Сандық нивелирлер – қазіргі заманғы көптеген жұмысты атқаратын геодезиялық аспап. Ол дәлдігі жоғары оптикалық нивелирден, мәліметті сақтап қоятын электронды құрылғыдан және алынған нәтижелерді өңдейтін есептеу программасымен камтамасыз етілген жабдықтан тұрады. Басқа нивелирлерге қарағанда сандық нивелирлердің басты айырмашылығы – ішінде орналасқан электронды құрылғы. Электронды құрылғы арқылы арнайы рейкадан өте жоғары дәлдікпен санақ алуға болады.

Сандық нивелирлерді қолданғанда уақыт үнемделіп, өлшеу процесі жылдамдатылады. Өлшеу үшін аспапты рейкаға көздеп, бейнені айқындап, санақ алу пернесін басса жеткілікті. Аспап өлшеулерді өзі автоматты түрде жүргізеді, алынған нәтижелер мен рейкаға дейінгі ара қашықтықты цифрлы түрде көрсетеді. DiNi электронды нивелирлеріндегі алдыңғы қатарлы технологиялар мен қолайлы интерфейсы, жұмыстың сапасы мен өнімділігін арттыруға мүмкіндік туғызады. Ара қашықтықтарды DiNi нивелирлері арқылы өлшеу мүмкіндігі, иіндерді теңестірудің жылдам тәсілі болып отыр.



57-сурет. DiNi 22 нивелирі: 1-айқындаушы бұранда; 2- тұтқасы; 3- деңгейлеуіш; 4- клавиатурасы; 5-горизонталь бағытта бұрайтын бұранда; 6- батареясы; 7- жады; 8- штрих кодты рейка

DiNi 12 және *DiNi 12T* электронды нивелирлері – өзара биіктік пен ара қашықтықтарды дәл өлшеудің ең жақсы құралы. *DiNi 12T* нивелирінің *DiNi 12*-ден айырмашылығы, онда бұрыш өлшеуге қажет горизонталь лимбаның орнатылғандығы. *DiNi 12* және *DiNi 12T* аспаптары, нивелирлік жүрістерді есептеуге және теңестіруге мүмкіндік береді. Сандық *DiNi 22* нивелирі дәлдігі төмендеу жұмыстарды жүргізгенде қолдануға лайықталған. Өзара биіктікті анықтаудың 1 км қос жүрістегі орташа квадраттық қателігі $\pm 0,3$ мм, дүрбінің үлкейтуі $\Gamma=32^x$ есе.

Ішкі есептеу программалық жабдығында, биіктіктерді нивелир жүрістерінің орнын жобадан жерге көшіру, жүрісті теңестіру бар. Ал *DiNi12T* аспабында, нүктелердің координаталарын анықтайтын электронды тахеометрдің режімі бар.



58-сурет. DiNi 12 сандық нивелирі

Аспаптың жинағына: электронды нивелир, 1- аккумулятор, жадында сақтайтын IMBPCMCIA SRAM картасы (бұл тек DiNi 12 және 12T аспаптары үшін), зарядтық құрылғы, түзетпе жабдықтары, деректерді беру программасы, пайдаланушыға нұсқау, қатшық кіреді.

Осы нивелирлердің техникалық сипаттамалары 13-кестеде берілген.

13-кесте

Нивелирдің техникалық сипаттамалары

Техникалық сипаттамалар	Di Ni 12	Di Ni 12T	Di Ni 22
Өзара биіктік анықтаудың 1 км қос жүрістегі қателігі	0,3	0,3	0,7
Үлкейтуі, есе	32	32	26
Компенсатордың ауқымы	+15	+15	+15
Өлшейтін ара қашықтық шегі, м	1	1,5-100	
Ара қашықтық өлшеу дәлдігі, мм	0,5 Д0,001		
Өлшеу уақыты, с	1,0В0,01		
Ішкі сақтау жүйесі	22 клавиштер/графиктік, 4 этол 21 символ PCMCIA карта SRAM		
Жұмыс температурасы С°	-20°-+50°		
Бір аккумулятордың зарядттық уақыты	3 күн	3 күн	1 жеті

8.4.1. DNA Leica Geosystems серияларының сандық электронды нивелирлері

Leica Geosystems компаниясының DNA сериялы нивелирлері, биіктіктер мен ара қашықтықтарды автоматты түрде тіркеп, бейнелерді сандық өңдеуге лайықтаған дүниежүзіндегі алғашқы нивелирлер.

DNA – сандық нивелирлер жасап шығару көшбасшысы – *Leica Geosystems* фирмасының, барлық алдыңғы қатарлы идеялары пайдаланылып жасалған екінші буынды нивелирлер. Нивелирдің сырт бейнесі жаңа дизайнмен жасалғандығы, нарықтағы ең үлкен және эргономикалық сұйық кристалл дисплейлі екендігі бірден көңіл аударады. Алдыңғы қатарлы электронды технологиялар, ең күшті оптика мен дәл механикасы, 700 сериялы тахеометрлерге негізделгені – қолданушыға ыңғайлы интерфейсы, жұмысқа қолайлы және еңбек өнімділігін арттыра түседі.

Бұл нивелирлердің ең басты ерекшеліктері – еңбек өнімділігін 50% арттыратындығы, өлшеу бағдарламаларының интегралданғандығы, биіктіктерді үздіксіз есептей алатындығы, ыңғайлы және эргономикалығы. Есептеу программалар пакеті, өлшеу нәтижелерін әрі қарай өңдей беруді қамтамасыз етеді. Мысалы, пикеттерден алынған нәтижелерді өңдеу, нивелирлік жүрістерді теңестіру, нивелирлік тораптарды теңестіру, профильдерді жасау және басып шығару.

DNA 03 – 1 және 2 класты нивелирлеу, жарықшақтарды бақылау, өндірістік өлшеулер жүргізуге арналған жоғарғы дәлдікті нивелир (59-сурет).

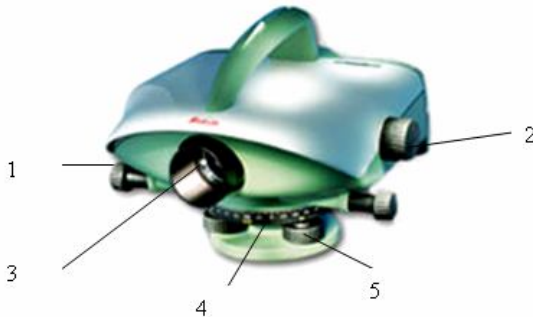
Нивелир тұтынушының белгіленген дәлдігіне сай, өлшеу нәтижелерін бір-бірімен салыстыру әдістемесі бойынша жұмыс істейді. Тұрақты нәтижелер – температураның әсерін ескере отырып, өлшеулерді автоматты түрде жүргізу арқылы алынады. Жан-жақты, жоғары дәлдікті, жұмыс істеуге қолайлы, әрі қарапайым аспап.



59-сурет. Жоғарғы дәлдікті DNA 03 – нивелирі:

*1- горизонталь жазықтықтағы жетекші бұранда; 2- дисплей;
3-жұмыс істеу функцияларын реттейтін пернелер; 4-көру дүрбісі*

DNA 10 нивелирі топографиялық, құрылыс жолдары, тоннельдер салу және тау-кен жұмыстарын, бақылау өлшеулерін, биіктік бөлу, т.б. жұмыстарды жүргізуге арналған (60-сурет).



60-сурет. Жоғарғы дәлдікті DNA 10 сандық нивелирі:

*1-горизонталь жазықтықтағы жетекші бұранда; 2-кремалера;
3-көру дүрбісі; 4- лимб; 5-көтеру бұрандасы*

Аспап ішіндегі есептеу программалар тізбегі:

- рейкадан санақ алу және ара қашықтықтарды анықтау;
- жүріс ұзындықтарын ажырату және байланыстыру;
- есептеу программалар арқылы аралық санақ алу және

- бөлу жұмыстарын желілік нивелирлеу;
- биіктіктерді автоматты түрде есептеу;
- тестеу және тексеру;
- кодтау;
- айырбастау (алмастыру).

14- кесте

DNA03, DNA10 сандық нивелирінің техникалық сипаттамасы

Техникалық сипаттамалар		DNA03	DNA10
1км-лік екі жүрістері ОКҚ	Электронды өлшеулер	0.3 мм	0.9 мм
	Оптикалық өлшеулер	2 мм	
Өлшеу ауқымы	Электронды өлшеулер	1.8 м-ден 110 м-ге дейін	
	Оптикалық өлшеулер	0.6 м шексіздікке дейін	
Ара қашықтықты өлшеу дәлдігі		10 мм / 20 м (500 ppm)	
Электрондық өлшеулер			
Биіктікті өлшеу қабілеті		0.01 мм	0.1 мм
Деректерді тіркеу			
Ішкі жад		6000 өлшем	
Деректерді сақтау		PCMCIA жад картасы (ATA-Flash/SRAM)	
Өлшем бірлігі		RS232 порт арқылы GSI форматы	
Ішкі жадтағы деректермен алмасу		GSI8/GSI16/XML/ форматтары	
Үлкейту		24x есе	
Дисплей		LCD, 8 таңба x 24 символ	
Көлбеу мәні		± 10'	
Компенсаторды құру дәлдігі		0.3"	0.8"
Батареясы			
GEB111		12 сағат	
GEB121		24 сағат	
Жұмыс істеу ұзақтығы		60 сағатқа дейін	50 сағатқа дейін

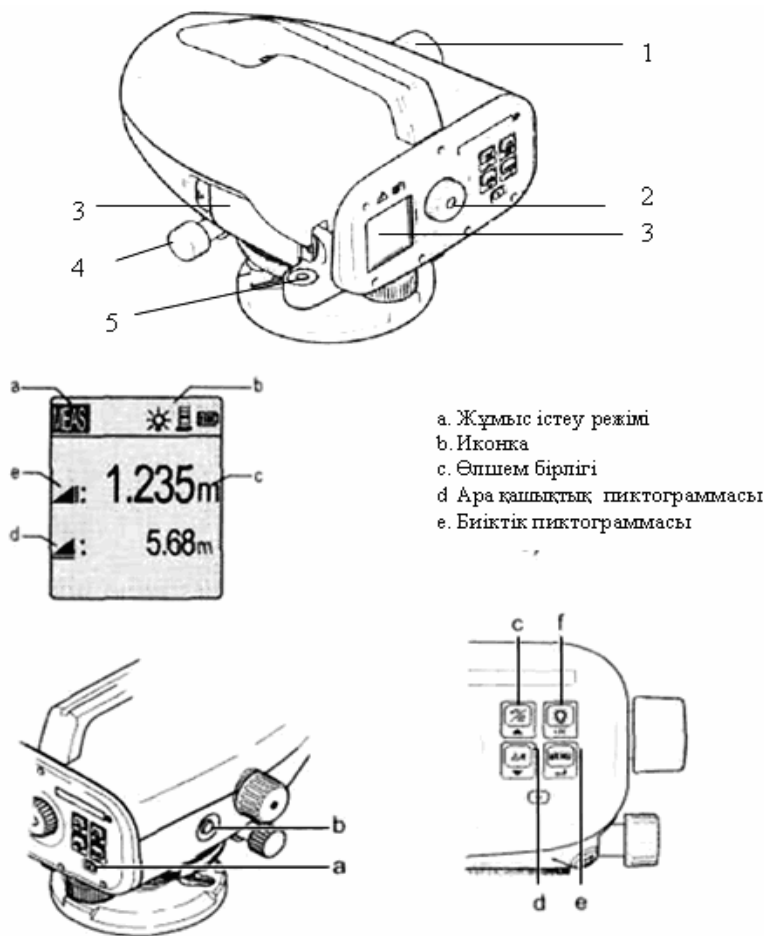
8.4.2 SPRINTER электронды нивелирі

LEICA SPRINTER – құрылыс алаңының күрделі жағдайында жұмыс істеуге арналған жаңа электронды нивелир. *LEICA SPRINTER* – жаңа электронды нивелирін жасауда «Leica Geosystems» фирмасының 15 жыл бойы жинақтаған бай тәжірбиесі пайдаланылды.



61-сурет. Цифрлы электронды SPRINTER нивелирі

Электронды нивелир, құрылыс алаңының күрделі жағдайларында қолдануға арналып жасалған. Нивелир жарық жеткіліксіз жағдайда, тоннельдерде, ғимарат ішінде және түнде қосымша қол жарығымен жұмыс істей алады. Нивелирдегі «электрондық көз» құрылыс алаңындағы нивелирлеу кезіндегі санақ алу және жазу кезіндегі қателіктерді жойып отырады. Клавиатурасы қарапайым, әрі дисплейі үлкен. Қолдануға ыңғайлы интерфейс. Нивелирдің горизонттан өрескел ауытқуын ішінде орналасқан датчик дер кезінде ескертіп отырады. Станциясында өзара биіктіктер есептейтін, ара қашықтықтарды горизонтқа келтіретін, теңестіретін, үздіксіз өлшеу режимдері, т.б. қызметтерді атқаратын ішкі есептеу программалары бар. Бұл нивелир – геодезистің ең тиімді көмекшісі болып есептеледі.



62-сурет. SPRINTER нивелирінің құрылысы және қолдану пернелері функциясы:

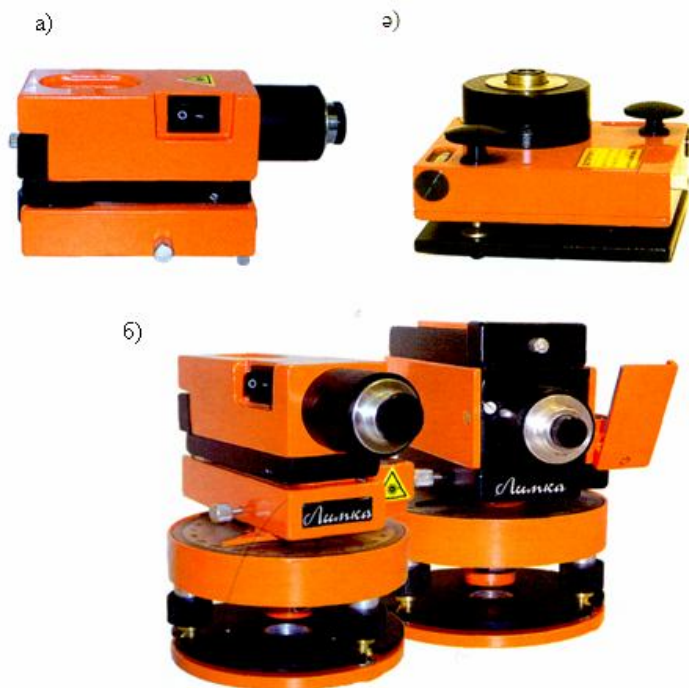
- 1- Фокустаушы бұранда; 2-окуляр; 3-батарея салатын орын;
 4-нивелирдің өз өсінде айналуын реттейтін микрометрлік бұранда;
 5-сфералық деңгейлеуші. а-нивелирді қосу және сөндіру пернесі;
 в-өлшеу пернесі; с-дисплейге биіктікті немесе ара қашықтықты шығару;
 d- өзара биіктікті өлшеу және биіктікті есептеу; е-менюге кіру және таңдауды растау; f- дисплейге жарық қосу

SPRINTER нивелирінің техникалық сипаттамасы

Техникалық сипаттамасы	SPRINTER 100/100M	SPRINTER 200/200M
Биіктікті өлшеу дәлдігі Алюминийді рейкадан электронды өлшеу	1 км-лік екі жүрістегі биіктікті өлшеу ОКҚ (ISO 17123-2)	
	2 мм	1.5 мм
Ара қашықтықты өлшеу дәлдігі Алюминийді рейкадан электронды өлшеу	Ара қашықтықты өлшеудегі ОКҚ 10 мм D< 10 м үшін және (D в м x 0.001) D> 10 м үшін	
Электронды өлшеу ауқымы	2 м - 80 м (0.5 м - тен- оптикалық)	
Бір ретті өлшеудегі уақыт	< 3 сек.	
Өлшеу режімі	Бір ретті және іздеу	
Компенсатор		
Тип	Магнитті демфермен	
Жұмыс ауқымы	± 10'	
Компенсаторды құру дәлдігі	0.8"	
Деректерді тіркеу		
Ішкі жады	500 өлшеу (тек қана М-версиясында)	
Жұмысты өлшеуі	RS232 порт арқылы GSI форматы (тек қана М-версиясында)	

8.4.3. Лазерлі нивелирлер

Лазерлі нивелирлер – лазер сәулесі арқылы горизонталь, вертикаль немесе көлбеу жазықтықтарға бағыт беру үшін қажет. Лазерлі нивелирлердің оптикалық нивелирлерге қарағандағы негізгі ерекшелігі – құрылған жұмыс жазықтығын көру мүмкіндігі. Бұл аспаптар геодезиялық құрылыс үлескілеріндегі бөлу және монтаждау жұмыстарын, әр түрлі жабдықтарды тексереді. Олардың бағыттарын белгілеуге, бағыт беруде, кабырғаларды тұрғызуда, аспалы төбелерді, едендерді тегістеуде, плиталарды салуда, ландшафтық жұмыстарды автоматтандыруда, т. б. көптеген жұмыстарда кеңінен қолданылады.



63-сурет. Лазерлі нивелирлер: а)-кіші-лимка; б)-зенит лимка;
в)-горизонт ІЛ/КІ

Кіші-лимка – шағын лазерлі нивелир, горизонталь жазықтықтарды құру үшін қажет. Аспапты кез келген жерге немесе конструкциялардың бір элементтеріне бекітіп қойып, жұмыс істей беруге болады. Вертикаль жазықтықтарды құру үшін 90° бұратын пентапризма қолданылады. Аспап жинағына нивелир, бұратын пентапризма, АА типті 2 батарея, көздеуіш, шпилька паспорт, қапшық кіреді.

Зенит лимка – вертикаль сәуле мен горизонталь жазықтықты құруға қажет қарапайым зениттік аспап. Сәулені вертикаль бағытқа келтіру үшін екі элевациялық бұрандалар және екі цилиндрлік деңгейлеуішпен жабдықталған. ол

горизонталь жазықтықты құру үшін 90° -қа бұратын пентапризмасы бар. Стандартты жинаққа: аспаптың өзі, бұратын пентапризма, АА типті 2 батарея, көздегіш, құжаты, қабы кіреді.

Горизонт ІЛ/КІ лимка – жазықтықты құрудың ең қарапайым конструкциялы нивелирі. Биіктіктерді жобадан жерге көшіру және ғимарат ішіндегі бөлуді жүргізу үшін горизонталь лазерлі сәуле құрады. Пентапризмалы саптаманы қолдану арқылы вертикаль жазықтықта да жұмыс істеуге болады. Аспапты жұмыс бабына келтіру, компенсатор (Горизонт-Лимка) немесе лимка-горизонт моделіне цилиндрлік деңгей арқылы жүргізіледі. Стандартты жиынтыққа: аспаптың өзі, көздегіш, АА тәрізді 2 батарея, құжат, қапшық кіреді.

Бақылау сұрақтары.

1. Жаңа нивелирдің негізгі сипаттамалары.
2. Нивелирлік рейкалардың түрлері, олардың зерттеулері мен тексерулері.
3. Кеңінен таралған оптикалық нивелирлер.
4. Оптикалық нивелирдің түрлері.
5. Нивелирлік рейкалардың түрлері, оларды зерттеу және тексеру.
6. Кеңінен таралған оптикалық нивелирлер.
7. Оптикалық нивелирдің түрлері.
8. Цифрлы нивелирлер.
9. Лазерлік нивелирлер.
10. Электронды нивелир туралы не білесіз?

IX тарау. ЖАРЫҚ ҚАШЫҚТЫҚ ӨЛШЕУІШТЕРІ

9.1. Жарық қашықтық өлшеуіштер теориясы

Жарық қашықтық өлшеуіш өлшеу принципі, жарық көзінен шағылатын затқа дейінгі, яғни тура және кері аралықтағы сәуленің өту уақытын өлшейді. Атмосфераның сыну көрсеткіші - оның оптикалық қасиеттеріне, сыртқы ортаның қысымына, температурасы мен ылғалдылығына байланысты. Сондықтан, қашықтық өлшеуішпен ара қашықтық өлшеу кезінде өлшеу нәтижелеріне, атмосфералық түзетулер енгізіледі.

Модульді жарық қашықтық өлшеуіштер негізінен – фазалық, импульстік және құрама (жинақталған) болып бөлінеді. Фазалық жарық қашықтық өлшеуіштерде (ЖҚӨ) жарықтың өту уақыты аралық өлшеу бойынша жанама болып анықталады. Яғни, фазалардың салыстыру әдісі арқылы шағылған сигналдардың аралықтарымен анықталады. Ал импульстік ЖҚӨ-те жарықтың шағылуы ұзын болып жүргізіледі. Аралықты 2 рет өлшеу кезінде кететін уақыт (жарық көзінен шағылатын затқа дейінгі) тез арада жұмыс істейтін есептегіш құрал көмегімен анықталып, аралықты өлшеу туралы ақпарат сақтайтын құралмен есептеледі. Ал құрама ЖҚӨ-де – импульстік әдіс қолданылады. Интерференциялық жарықтық – қашықтық өлшеуіштерінің жұмыстық өлшемдерін тексеру және эталондау үшін қолданылады. Яғни, бұл өлшеу кезінде өлшеу нәтижесі жоғарғы дәлдікті береді. Осы жарық қашықтық өлшеуіштердің қателігі, толқынның монохроматикалық сәулелену ұзындығының бірлігімен беріледі (микрометрдің жүздік бірлігі). Далалық жерде, яғни сыртқы орта әсері факторлары мен оның пішінінің үлкендігіне байланысты бұл аспаптарды қолдану қиынға түседі. Фазалық жарық қашықтық өлшеуіштерде жарық ағыны, модульденген амплитуда қарқындығы бойынша фазалық сигнал арқылы салыстырылып, соның нәтижесінде бір аралықтың ара қашықтығы өлшенеді. Импульстік жарық қашықтық өлшеуіштерде өлшенетін аралық бойынша өтетін жеке жарық

импульстері тез арада дискреттік есептеуіш көмегімен анықталады. Бірақ геодезиялық жұмыстарға қажет жоғарғы дәлдікті бермейді. Соңғы кездері импульстік әдістер геодезиялық жарық қашықтық өлшемінде қолданылып жүр. Бірақ, бұл аспаптардағы генератор мен берілген жиілікке айналып, бізге қажетті дәлдікті бере алады. Қазіргі жаңа жартылай өткізгіштік лазерлі сәуле қашықтық өлшеулер – жоғарғы дәлдікті 1–5мм-ден қамтамасыз етіп, 5–15 км-ге дейін ара қашықтықты өлшейді. Өлшеу нәтижелерінің қателіктеріне байланысты оны ескеретін әр түрлі түзетулер, қажетті жағдайда сыртқы ортаға байланысты түзетулер енгізіледі.

9.2. Жарық қашықтық өлшеуіштердің жіктелуі

Соңғы кездері электромагниттік қашықтық өлшемдер геодезияда жиі қолданылуда. Соның ішінде екі аспапты атап өтуге болады:

- 1) жарық қашықтық өлшеуіш;
- 2) радио қашықтық өлшеуіш.

Кеңінен тарағаны – жарық қашықтық өлшеуіш. Қазіргі жаңа жарық қашықтық өлшеуіштер әр түрлі кластағы және дәлдіктегі геодезиялық жұмыстар мен құрылыстардың жарықшақтарын зерттейді. Сонымен қатар, ғылыми-зерттеу және ерекше инженерлік құрылыстарды жобалауға, жоспарлық құрылыстық өлшеулерге арналған. Осы орайда жарық қашықтық өлшеуіш техникаларының дамуында жалпы әлемдік практикада, қашықтығы мен дәлдігіне байланысты 3 негізгі бағыт пайда болды.

1. Г жарық қашықтық өлшеуіштер. Мемлекеттік геодезиялық тораптарды жүйелерді құруда қолданылады.

2. Қ жарық қашықтық өлшеуіштер қолданбалы геодезияда және маркшейдер ісінде қолданылады.

3. Т жарық қашықтық өлшеуіш геодезиялық толықтыру және түсіріс тораптары мен топографиялық түсірісте қолданылады.

Осы аспаптарды шығаратын негізгі мемлекеттерге –

Швейцария, АҚШ, Германия, Жапония, Ресей жатады.

II топтарына – жоғары дәлдікті қашықтық өлшеуіш жатады.

СП2 жарық қашықтық өлшеуішінің аралық өлшеу ауқымы 0,5-3000 м.

9.3 “Топаз” СП2 жарық қашықтық өлшеуіші

“Топаз” СП2 жарық қашықтық өлшеуіші ара қашықтықты өлшеуге арналған. Жарық қашықтық өлшеуіштің қолдану саласы: екінші разрядты өлшеу құралы ретінде топографиялық жарық қашықтық өлшеуіштер мен әкімшіліктік метрологиялық қызметтердегі тахеометрлерді тексеру; қолданбалы геодезияда ара қашықтықтарды өлшеу; машина жасаудағы үлкен өлшемдерді өлшеу; арнайы құрылыстарды жүргізу мен ғимараттарды пайдалану кезінде қолданылады.

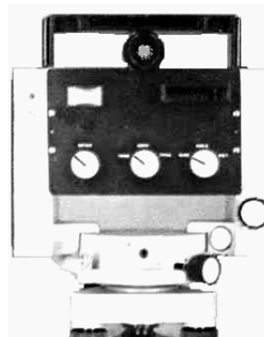
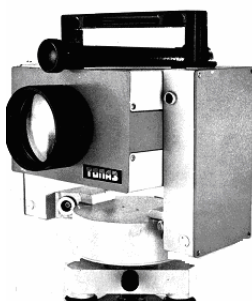
Жарық қашықтық өлшеуішті пайдалану жағдайы:

- қоршаған ортаның ауа температурасы, °C... - 25... + 40;
- салыстырмалы ауа ылғалдылығы +20°C 95%-ға дейін;
- атмосфералық қысым, кПа 84...107(630...800).

Техникалық сипаттамалары

Ара қашықтықты өлшеудегі орташа квадраттық қатесі мм, $\pm (2+2 \cdot 10^{-6} D^*)$ аспауы керек.

Жарық қашықтық өлшеуіштің құрылысы мен жинағының құрам бөліктері.



64-сурет. СП-2. Жарық қашықтық өлшеуіші

Жарық қашықтық өлшеуіште уақытша интервалға келтірілген импульсті өлшеу әдісі қолданылады. Сәулелену ретінде жартылай өткізгішті лазерлі диод қолданылады. Сәулелену қабылдағыш – бір уақытта қабылданатын жарық сигналдары – аралық жиіліктегі электрлік сигналдарға айналып, оған уақытша интервалды өлшеудің жазылуын ФЭУ – *фотозлектронды көбейткіш* деп атайды.

Кіші ара қашықтықтарды өлшеу кезінде сигналды әлсіздендіру үшін жарық қашықтық өлшеуіштің объективіне, металл тор кигізіледі (аттенюатор). Жарық қашықтық өлшеуішпен ара қашықтықты өлшеу екі мерзімде жұмыс істейді: “дөрекі” және “дәл”. “дөрекі” режиміндегі ауқымда өлшенетін аралық 0 -ден 99 999 мм-ге дейінгі аралықта болып, 74927,5 және 149855 кГц импульстік масштабты жиіліктегі ара қашықтықты өлшеуді қамтамасыз етеді. “Дөрекі” режиміндегі сандық таблодағы кіші разрядтық бөлігі 1 мм, ал бір ретгі өлшеу уақыты 10 с. “Дәл” режимінде өлшеу 74927,5кГц жиілігіндегі масштабта жүргізіледі. “Дәл” режиміндегі сандық таблоның кіші разрядтық бөлігі 0,1 мм, бір ретгі өлшеу уақыты – 6 с. Жарық қашықтық өлшеуіште жартылай өткізгішті лазердің сәулелену қуаты тұрақталған. Соңғы бақылау мәнін қадағалайтын құрылғысы, жарық қашықтық өлшеуіштің тұрақты түзетулерін реттейді. Есептеуді тоқтатын құрылғы, жарық қашықтық өлшеуіш пен шағылдырушы арасындағы кедергілерден болатын, таблоға шығатын қате нәтижелерді жібермейді. Жарық қашықтық өлшеуіштің барлық сұлбасы қосымша стабилизаторлардан, ток көзімен қамтамасыз етіледі. Сигнал деңгейі “СИГНАЛ” резистормен реттеледі, ал дәл бағыттау – микроамперметр көрсеткіштері бойынша жүргізіледі. Ток көзін үнемдеу үшін табло индикаторларын уақытша сөндіруге “Есеп” болады. “Есеп” процесі таблоның оң жағындағы индикатордың жанып-сөнуімен білінеді. “Бақылау” режимі аккумулятор батареясының кернеуін бағалауға мүмкіндік береді. Жарық қашықтық өлшеуіш ақпарат жинаушы құрылғы қосатын тетікпен қамтылған.

Жарық қашықтық өлшеуіш темір қаптамаға (футляр) салынады. Қаптаманы ашу үшін оның жанында орналасқан екі тұтқаны көрсетілген нұсқау бойынша қозғау қажет.

9.3.1. Шағылдырғыш

Ол кронштейнге бекітілген призма. Горизонталь деңгейге келтіретін көтергіш бұрандалар. Аспапқа бағыттайтын шағылдырғыштың көздеуі. Шағылдырғыш оптикалық центрир, ол деңгейлеуішпен, әрі оны түзететін бұрандалармен қамтылған.

9.3.2 Пайдалану бойынша жалпы нұсқау

Жарық қашықтық өлшеуіш – оптикалық - электронды аспаптар қатарына жатады. Оны жауын-шашын мен күннің тікелей түсуінен қорғаған жөн. Оның оптикалық бөлігін ылғалдан сақтау үшін, жылы жерден суық жерге немесе керісінше жағдайда, 30 минуттан кейін оны қаптамадан шығарған жөн. Оптиканы шаң-тозаңнан сақтап, қолмен ұстамаған дұрыс. Ал үзіліс кезінде аспапты қапшықпен жауып, объективтен бақылау есептеу блогын тек өлшеу кезінде ғана шешеді.

Жарық қашықтық өлшеуішті қатты дірілден, соққыдан сақтаған жөн. Діріл бар жағдайда аспапты амортизациясы бар жәшікке салу керек. Ол жәшік, аспап жинағына кіреді және көлікпен тасымалдауға арналған.

Тасымалдар алдында аспапты қаптамаға дұрыс салу керек:

- аспап негізіндегі қызыл белгі қаптама табанындағы қызыл белгімен дәлме-дәл келуі керек;
- аспап басы горизонталь орналасып, бекіткіш бұрандалар бекітілуі қажет;
- аспап – қаптама табанына қатты тартылып бекітіледі;
- жарық қашықтық өлшеуіштің жұмыс істеу барысында қоршаған ортаның температурасы – 25-тен + 30°C-ке дейін болуы керек.

9.4. Жұмыс істеу тәртібі

Жарық қашықтық өлшеуішпен шағылдырғышты құрғаннан кейін, центрлеу қажет. Штативпен центрлеуді тіктеуіштің көмегімен орындайды.

Жарық қашықтық өлшеуіштің штативін қажетті биіктікке орнатып, тірек нүктесіне тіктеуіш көмегімен орнатады. Кейбір жағдайда центрлеуді оптикалық центрир көмегімен жасайды.

Аспапты көлденең жағдайға келтіру үшін цилиндрлік деңгейлеуіштің осін түзу ретінде қарастырылатын көтеру бұрандаларына параллель қояды. Бұрандаларды бір-біріне қарама-қарсы бұрап, көпіршікті ортаға әкелу қажет. Ток кернеуі мен термостатты тексеріп, бақылау есептеуді жасау керек. Ауа температурасы мен атмосфералық қысымды психрометр, барометр көмегімен өлшеп, деректерін жазып алады.

Жіптік тордың сыртына өлшеу жүргізу

Көру дүрбісінің көмегімен аспапты шағылдырғышқа бағыттап, жетекші бұрандаларды бұрай отырып, шағылдырғышты жіптік тордың сыртына дәлдейді.

Шағылдырғышқа бағыттау

Көру дүрбісінің окулярын бұрай отырып фокустайды. Бір тәсілмен өлшеу керек. Іске қосу құралын “Дөрекі”, ал екіншісін “Есеп” жағдайына қойып, табло бойынша үш санақ алады. Санақты микротелефонның дыбыс сигналынан кейін алады.

Өлшеу нәтижелерін есептеу

“Дәл” режиміндегі алынған санақтардың орташа арифметикалық мәні мен бақылау есептеулердің, орташа арифметикалық мәндері есептеледі. Есептеу кезінде нәтижелері мм ондық бөлшегіне дейін жуықтайды.

9.5. Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштері

9.5.1. Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштердің конструкциясы және оны геодезиялық жұмыстарда қолдану бойынша жалпы мәліметтер

DISTO tm classic 4/lite электронды аспабын қолмен жасайтын лазерлік қашықтық өлшеуіштердің қазіргі заманғы аспаптарына жатқызуға болады. Конструкциясы қазіргі жаңа қызметтерді және автоматты іске қосу немесе min/max ара қашықтықта өлшеу сияқты жаңа қызметтер, өлшеу жұмыстарын

едәуір жеңілдетеді. Құрылыстар ұзындық пен ара қашықтықты өлшеуге және оны қарапайым есептеуге жақсы бейімделген. Жұмыста құралдың қарапайымдылығы соншалық, оған қысқа уақыт аралығында үйренуге болады.

Мұндай басқарушылық, DISTO/classic 4 үшін де, DISTO/life-ге де арналған, 65-суретте DISTO/life бейнесі көрсетілген.

Жалпы сипаттама барлық модельдерге жарамды.

DISTO мынадай мақсатта пайдаланылады:

- ара қашықтықты өлшеу;
- аудан мен көлемді есептеу;
- өлшеу нәтижелерін сақтау, тіркеу;
- құралды нұсқаусыз пайдалану;

Жүйені жұмыстан қауіпсіз шығару және құралдан бағыттау, әрі ескерту жазбаларын алып тастау.



65-сурет. Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіш

Сақтау

Егер құрылғы автокөлікте орналасса, әсіресе жазда аспап температурасын, бірқалыпты ұстау керек (40°C -тан $+70^{\circ}\text{C}$ / -40°F $+158^{\circ}\text{F}$ -қа дейін). Аспапты толық кепкен кезде жинайды.

Тасымалдау

Қорап – DisTO механикалық бұзылудан жақсы сақтағанымен, шаң-тозаң мен ылғалдан қорғай алмайды. Disto – ны қорапта алып жүреді. Ұшақта ұшар алдында DISTO-ны қолға алып отыруға рұқсат сұраңыз.

DISTO 5 (буыны) – қолмен қолданылатын лазерлі шағылыспайтын қашықтық өлшеуіш. Ол 1,5 мм дәлдікпен 200 м ара қашықтықты өлшеуге арналған. Ең көп таралғаны лазерлі рулетка DISTO деп аталады. Олар дәстүрлі рулеткалардың жұмысын тез, қауіпсіз және қолайлы орындайды.

9.5.2. *DISTO Pro/DISTO ProA*

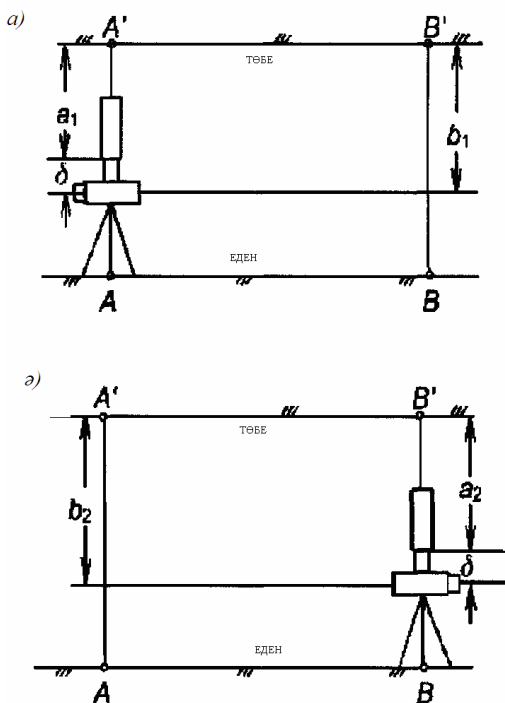
Бұл дәлдігі жоғары және қосымша мүмкіндіктері көп бейнесіз лазерлі қашықтық өлшеуіш, (1,5 мм-ге дейін). Оның жады 800 өлшеудегі жұмыс нәтижесін сақтауға мүмкіндігі бар. Кеңейтілген әріптік – сандық пернелер тақтасы деректерді енгізіп, әрі қарай қолдануға мүмкіндік береді. DISTO Pro және DISTO ProA жеке компьютерге қосылып, нақты уақыт режимінде жұмыс істей алады:

- ең көп қосымша функциялар жинағымен қамтылған;
- 60 секундқа дейінгі үзілісіпен өлшеу;
- үзіліссіз өлшеулер режимі;
- ғимарат пен фасадтық бөлшектердің биіктігі мен енін анықтайды;
- ара қашықтықты вертикаль және горизонталь өлшеу;
- 10 рет өлшеуден орта мәнін шығару;
- тригонометриялық функциялар: үшбұрыштың ауданы және қарама-қарсы жатқан ең ұзын қабырғасын, бұрышын, биіктігін анықтайды;
- ғимарат фронтонның ауданы мен үйдің төбесінің ылдидығын, бұрышын, ұзындығын өлшеуге арналған трапеция функциясын өлшеу;
- диаметр бойынша дөңгелектің ауданын өлшеу функциясы;
- еденнің және төбенің ауданын, қабырғаның жалпы ауданын, периметрін, бөлменің көлемін өлшейтін функция.

Стандартты жиынаққа: аспап, тасымалдайтын дорба, белдік, айналғыш табан, жылжитын бұрышты табан, өткізгіш – табанша, интерфейс үшін CD – ROM, бағдарламалы Online – құжаты, AAA типті 4 батарея кіреді.

9.6. Өндірістегі геодезиялық жұмыстарда лазерлік қашықтық өлшеуішті қолдану әдістері

Қазіргі кездегі лазерлі қашықтық өлшеуіштер, арнайы адаптерлердің көмегімен теодолиттің көру дүрбісіне бекітілген. Осындай құрамды аспаптардың ауқымы ғимараттар мен құрылыстарда қиын көрінетін нүктелерін тез, әрі дәл анықтайды. Олар құрылыста кеңінен қолданылады (66-сурет).



66-сурет

Бірақ оның артықшылықтарына карамай, бұл аспаптардың кемшілігі – қиын көзделетіндігі. Мұнда вертикальды ара қашықтарды өлшеу қажеттігі туындайды. Сәйкесінше зенит арқылы көздеу, мысалы биіктікті ғимараттардың монтажды

горизонттарына беру, тоннельдердің вертикальды габаритін өлшеу, т.б. жұмыстар жүзеге асырылады. Әр түрлі құрылғыларды қолдану жолымен қашықтық өлшеуішті теодолитке бекітіп, жеке жағдайда бұл проблеманы шешуге болады. Көру дүрбісі мен санақ алу микроскобына қосымша қондырғы орнатып, кез келген көлбеу бұрышты дүрбімен көздеуге болады.

Біз қарастырып отырған шешімнің мәні – қашықтық өлшеуіш қондырғыны нивелирдің көру дүрбісіне бекіту. Адаптердің құрылысы әр түрлі болуы мүмкін, бірақ міндетті түрде лазерлі сәуленің вертикальдылығы және нивелирдің айналу осімен сәйкес болуын қамтамасыз ету керек. Қазіргі таңда аспапты тек белгі беру үшін ғана емес, құрылыс осьтеріне де қолдануға болады. Ең жақсы жағдайда келтірілген талаптар, адаптерді зауытта жасау кезінде қамтамасыз етілуі мүмкін.

Лазерлі сәуленің вертикальдығын тексеру және оның нивелирдің айналу осімен сәйкестігін білу үшін, нивелирді зертханада не кез келген ғимаратта орнатып, оның негізгі айналу осін дөңгелек (НЗК) немесе цилиндрлі (НЗК, ЗН5Л, т.б.) деңгейлеуіштің көмегімен горизонталь жағдайға келтіріп, лазерді бақылау режиміне қосып, нивелирді вертикаль осінде айналдырады. Егер төбеге түсіп тұраған лазер сәулесінің орны өзгермесе, онда шарт орындалды.

Бақылау сұрақтары.

1. Қолмен қолданылатын шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштің түрлері.
2. Disto электронды аспабы.
3. Аспапты қолдану.
4. Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштерді өндірісте геодезиялық жұмыстарда қолдану.
5. Қолмен қолданылатын шағылыспайтын қашықтық өлшеуіш түрлері.
6. СП - аспабы.

7. Аспапты қолдану.
8. Қашықтық өлшеуіштерді өндірісте геодезиялық жұмыстарда қолдану.
9. Қолмен қолданылатын шағылыспайтын қашықтық өлшеуіш түрлері.
10. Disto электронды аспабы.
11. Аспапты қолдану.
12. Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштерді өндірісте геодезиялық жұмыстарда қолдану.
13. Жарық қашықтық өлшеуіштердің классификациясы.
14. Өлшенетін ара қашықтық диапазоны.
15. Жарық қашықтық өлшеуіштердің құрылысы мен құрама бөліктері.

X тарау. ЭЛЕКТРОНДЫ ТАХЕОМЕТРЛЕР

10.1. Электронды тахеометрдің конструкциялық ерекшеліктері, құрылысы және жұмыс істеу тәртібі

Қазіргі заманғы геодезиялық аспаптарды жоғарғы технологиялардың өнімі деп айтуға болады. Оның құрамына соңғы жетілдірілген электроника, дәл механика, оптика, т.б. ғылымдар кіреді. Ал қазіргі қолданылып отырған электронды тахеометриялық жүйелер – жетекші жасаушыларға SPECTRA (Швеция – Германия), LEICA (Швейцария), NIKON, SOKKIA TOPCON (Жапония), PENTAX, TRIMBLE/ SPECTRA/ PRECISION (АҚШ), УОМЗ (Ресей) жатады. Осы аталған жетекші фирмалар жүзден астам электронды тахеометрлердің моделін модификацияларын және 2008 ж. LEICA (Швейцария) электронды тахеометр мен жер серігі қабылдағышының қосылған роботталған түрін жасап шығарды.

Егер 1960 жылға дейін геодезиялық аспаптар қарқынды дамыса, оның негізіне XIX ғ. соңында жасалған физикалық принциптерді атап өтуге болады. Яғни, соңғы 30 жылда микроэлектрониканың дамуы XX ғ. ең ерекше белгісі болып, геодезиялық жұмыстарда жаңа бағыттардың басталуына жол ашты.

Қазіргі заманғы электронды тахеометрлер тек техникалық сипаттамалары және конструкциялық ерекшеліктерімен ғана ерекшеленіп қоймай, ол әр түрлі салада қолданылады. Сондықтан тахеометрлерді арнайы бір тапсырманы шешуге байланысты талдауға болады. Бұл кезде оның дәлдігі мен өлшеу қашықтығы айрықша рөл атқарады. Мысалы, көп кездесетін далалық жұмыстарда жай механикалық тахеометрлер қолданылады. Ал кейбір күрделі жағдайларда, мысалы мұнай құбырларының автомагистральдарын жүргізу кезінде жарық шағылыстыратын құрылғыны автоматты түрде іздеп табатын, роботтандырылған тахеометрлер қолданған өте тиімді. Бұл роботталған тахеометрлер осы күрделі жұмыстарды орындауды қамтамасыз ететін есептеу программалармен қамтылған.

1990 жылдардың басында, электронды тахеометрлердің даму принципінң негізі қаланды. Қазіргі электронды тахеометр оптикалық аспаптар сияқты бұрыштарды және белгіге дейінгі ара қашықты өлшейді. Өлшеу дәлдігін, өлшеу бұрыштардың блоктары немесе модульдер не компенсатор модульдері анықтайды. Дәлдік туралы айтатын болсақ, онда бұрыштық өлшеулер талап бойынша 1"-пен шектеледі. Ал сызықтық қателер, өлшеу жүйелеріне байланысты емес. Өйткені оған сыртқы орта әсер етеді. Егер дәлдік туралы айтатын болсақ, онда бұрыштық өлшеулер 1" дәлдігінде шектеледі, ал 1mm+1ppm сызықтық болады. Бұл қателік ең бірінші, өлшеу жүйелерінің техникалық және қоршаған орта әсеріне байланысты. Өндірушілер сипаттамасы бойынша ең жоғарғы дәлділік жай жұмыстарда қоршаған ортаның әсерінен, орталандыру мен келтіру қателіктерінің әсерінен, мүмкін болмайды. Жай тахеометрлердің бұрыштық өлшеу дәлдігі 5"—6", ал сызықтық өлшеу үшін 3mm+3ppm болады. Тахеометрмен өлшеу қашықтығы 500–1000 м-ден аспауына қарамай, кейде одан да алыс қашықтықтықтарды өлшеуге тура келеді. Сондықтан қазір дәлдігі 2mm+2ppm 3000–4000 м қашықтықты алатын қашықтық өлшеуіш, ең нәтижелісі болып есептеледі. Бұл параметрлер болашақта барлық тахеометрлер үшін стандарт болуы керек.

Бақылаушы дегенді тек қана өрістік компьютер есептеуіш емес, тахеометрдің өзін басқаратын пульт, клавиатура (пернелер тақтасы) деп түсіну керек. Оның өнімділігі жадының көлеміне, экранның түріне, қолма-қол және есептеу программаларының санына, тахеометрдің функциялық мүмкіндіктеріне тәуелді болады. Көптеген тахеометр модельдерінің ішкі реттейтін бақылаушысы бар, ол пернелер тақтасымен басқарылады. Пернелер тақтасы сандық немесе әріптік сандық болуы мүмкін. Кейбір тахеометр моделінің екі жағында да пернелер тақтасы бар. Пернелер тақтасының саны (10-нан 30-ға дейін), тахеометрдің мүмкіндігіне байланысты болады. Сонымен қатар, кейбір тахеометрлерде PC-ке толық сәйкес QWERTY – пернелер тақтасы бар. Тұтас алғанда роботталған технологияларды

қолдану, практика жүзінде механикалық тахеометрмен салыстырғанда, жұмыс нәтижесін екі есе жоғарылатады. Яғни, ол еңбек шығымын азайтып, далалық өлшеудегі қателіктерді жояды. Сол сияқты камералдық жұмыстарды оңтайлы жүргізіп, нәтижесінде жылдық геодезиялық жұмыстардың көлемін екі есе арттырады. Көптеген өндіруші фирмалар автоматтандырылған жүйелерді шығарады (Automated Tracking System). Олардың негізі – жоғары дәлдікті күшті қашықтық өлшеуіш блогы бар серво тізбекті және барлық функциялық жұмыстармен қамтамасыз етілген электронды тахеометрлер. Бұл серияның аспаптары жай роботталған тахеометр мен автоматты бақылау жүйесін бергіш сияқты қолданылады. Мысалы, Geodimeter ATS сериялы аспабы мынадай есептерді шешу үшін қолданылады: жер бетіндегі және инженерлі ғимараттардағы болатын деформацияларды автоматты бақылау; гидрографиялық жұмыстарды геодезиялық қамтамасыз ету; жылжымалы объектілердің координаталарын автоматты анықтау; құрылыс машиналары мен механизмдерін басқару.

Geodimeter ATS сериялы аспабы ашық және жеңіл интегралданатын автоматты жүйелі болып табылады. Аспап әр түрлі компьютерлік есептеу программалардың басқаруымен жұмыс істейді. Автоматты көздеудің ұзақтық режимі 12 км. Geodimeter ATS-PM – деформацияларды автоматты жүйелерде бақылауға арналған. Бақылау үрдісін басқару, деректерді тіркеу, оларды өңдеп талдау – қазіргі уақытта арнайы прогаммалар мен сыртқы компьютерлердің көмегімен жүзеге асырылады. Қазір барлық далалық түсіріс жұмыстарының маңызды бөлігі, дәстүрлі оптикалық теодолит қашықтық өлшеуіш жинақтары мен басқа да ескірген геодезиялық аспаптар арқылы орындалады. Ең прогресті ұйымдар, соңғы 5 жылдың ішінде электронды тахеометрді табысты меңгерді. Орташа баған бойынша қазіргі кезде шамамен 23000 электронды тахеометр қолданылады. Қазіргі талапқа сай, тахеометрлерге сұраныс жылына 100-ді құрайды. Егерде геодезия саласындағы нарық жағдайы дамыса, картография мен геоақпарат салаларында прогресті және нәтижелі технологиялар, ескі технологияларды шеттетері сөзсіз.

10.2. Электронды тахеометрлер

Электронды тахеометр – жер бетінде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық – оптикалық аспап. Электронды тахеометр құрылымында кодтық теодолит пен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеу нысанасы ретінде шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы када қолданылады. Өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу нәтижелері электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін. Перфорациялық тіркеудің мәні – далалық өлшеу аспабының мамандандырылған электрондық есептеу машинасымен қосылуында. Ол дала өлшеулерінің мәліметтері бойынша, автоматты түрде жергілікті жердің түсіру жоспарын сызады. Электронды тахеометр арқылы өзара биіктікті анықтаудың, көлбеу қашықтықты горизонталь жазықтыққа келтірудің автоматты түрде атқарылуы, сондай-ақ жарықтың ауада таралуын жылдамдығы үшін түзетудің, автоматты түрде есепке алынуы мүмкін. Тахеометр жинағына шағылдырғыштар, штативтер, батарея, зарядтау құрылғысы, аспапты жөндеу және күту жабдықтары кіреді. Оның түнде жұмыс істеуге арналған жабдығы бар. Ол цифрлық таблоға берілетін жедел ақпарат пен жадтағы жинағышқа шығарылуына мүмкіндік бар.

Қазіргі таңда электронды тахеометрлердің қолдану саласына, дәлдігіне және орындалатын функциясына байланысты үш топқа бөлуге болады:

- жәй электронды тахеометр;
- орташа класты электронды тахеометрлер;
- сервожетекпен жабдықталған (роботталған) тахеометрлер.

Жәй электронды тахеометр – бұл аспап, дәстүрлі геодезиялық өлшеулерді (ара қашықтық, өзара биіктік) орындауға арналған аспаптар. Деректерді ішкі немесе қосымша жадқа жазады. Мұндай аспаптардың бұрыштық қателігі 5"–6",

ал ара қашықтықтікі 3–5 мм құрайды. Бір призма бойынша ара қашықтықты өлшеу, 1100-1500 м құрайды.

Екінші типті электронды тахеометрлерге – *орташа класты* аспаптар жатады (Leica, Nikon, Trimble). Бұл тахеометрлер жәй тахеометрлерге қарағанда қымбат, бірақ кеңінен тараған. Олар барлық геодезиялық жұмыстарды (геодезиялық тораптарды дамыту, өлшеулер және қағаздан жерге түсіру, координаталау тапсырмаларын шешу: тура және кері геодезиялық есептерді ауданды есептеуді, қиылыстыруды шешу) орындауға қатысты есептеу программасымен қамтылған. Бұл аспаптардың бұрыштық қателігі, кластық дәлдікке байланысты 1"-тан 5"-қа дейінгі аралықты құрайды.

Тахеометрлердің үшінші типіне – *севрожетекпен* (сервопривод) қамтылған роботталған тахеометрлерді жатқызуға болады. Бұл аспаптар арнайы шағылдырғыштарға өздігімен бағытталып, өлшеулер жүргізе алады. Сонымен қатар, бұл аспап қашықтықтан басқарылатын (өлшенетін нүктеден тұрып) арнайы жүйемен қамтылған. Яғни, бір адам ғана жұмыс істейді. Мұндай өлшеу жұмыстары жұмыс өнімділігін 80%-ға дейін арттырады.

10.2.1. Trimble фирмасының тахеометрі

Американдық Trimble фирмасы өзінің заманға сай геодезиялық аспаптарын жылдан жылға жаңартуда. Солардың ішінде Trimble 3600 DR TCU, 5600 DR TCU және Trimble S6, Trimble M3 аспаптарының жаңа технологияларын айтуға болады.

10.2.2 Trimble S6 аспаптарының жаңа технологиялары

Жаңа геодезиялық өлшеу технологиялары *Trimble SPS610* және *SPS710* электронды тахеометрлерінің серияларында іске асырылып, бұл аспаптардың өнімділігін арттырды (67-сурет). Бұл сериядағы аспаптар үш модификацияда *Servo*, *Autolock* және *Robotic* шығарылған. Электронды тахеометрлердің жұмыс істеу

технологиясы үш бағытта бөлінген:

- MagDrive сервотехнологиясы;
- MuliTrack технологиясы;
- SurePoint технологиясы.



67-сурет. Trimble S6 тахеометрінің жаңа технологиясы

MagDrive сервотехнологиясы

Динамикалық, әрі тез қысқа аралықтағы геодезиялық өлшеулерді орындау кезінде, аспаптың *MagDrive* сервоқозғалтқышы үйкеліссіз электромагниттік технологияны пайдаланды. Сервоқозғалтқыш пен тәуелсіз бұрыш өлшегіш, өлшеу жылдамдығы мен дәлдігін жоғарылатады. Қосымша аспап пен тахеометр арасындағы байланыс USB каналы арқылы орындалып, оператордан аспапқа берілегін команда жоғарғы жылдамдықпен қамтамасыз етіледі. Яғни, аспап тез айналады, іздейді және өлшейді.

MultiTrack технологиясы

Trimble SPS серияларының тахеометрлері автоматты режимде дәл бағыттайды. Жәй призмаларға 5000 м ара қашықтықта өлшейді. Бірақ жәй призмаларды қолдану кезінде тахеометр мен шағылдырғыш арасындағы байланыс үзіліп қалуы мүмкін. Сондықтан іздеу функциясы бар Target ID шағылдырғышы қажетті нысананы ешқандай қиындықсыз таба алады (68-сурет). Бұл шағылдырғыш тахеометрге өзінің орналасқан жерінен сигнал жіберіп, аспаптың оны тез табуына мүмкіндік береді.

Target ID – бұл қадаға орнатылған құрал, Tracker функциясы қажетті призманы тез тауып, ID кодын сәуле арқылы жібереді.

SurePoint технологиясы

SPSx10 сериясының тахеометрлері *SurePoint технологиясымен*, яғни призмаға бағыттауда автоматты түрде түзету жүйесімен қамтылғын. Бұл технология аспап немесе штативтің теңселуінен болған қателерді түзетеді. Дәлірек айтқанда, аспаптың жұмыс істеу кезіндегі жағдайын бақылайды.

Trimble SPS610 және *SPS710* электронды тахеометрлерінің техникалық сипаттамасы 14-кесте көрсетілген.



68-сурет. MultiTrack құралдары (Target ID)

Техникалық сипаттамасы	Параметрлері	
	SPS610	SPS710
Бұрыштық өлшеу дәлдігі	5"	3/2"
Үлкейту	30х есе	
Минималды фокустық ара қашықтық	1.5 м	
Жіптік торға жарық түсіру	ауыспалы (10 деңгей)	
Компенсатор	Екі осьті	
Компенсатордың жұмыс істеу диапазоны	6'	
Призма бойынша ара қашықтық өлшеу қашықтығы	5000 м	
Шағылдырғышсыз өлшеу режимі, шағылысу коэффициенті 90%	> 300 м	> 800 м
стандартты бір призма бойынша	± (2 мм + 2 ppm)	± (3 мм + 2 ppm)
Стандартты шағылдырғышсыз режимінде	± (3 мм + 2 ppm)	± (3 мм + 2 ppm)
іздеу режимі	± (10 мм + 2 ppm)	± (10 мм + 2 ppm)
Сервомеханизмі	MagDrive сервотехнологиясы бойынша, қосылған серво/ тікелей жетекті электромагниттік бұрыш өлшегіш	
180°-қа бұрылу уақыты	3.2 с	
Robotic режимінде өлшеу қашықтығы	300 м	
Далалық есептеу программасымен қамтамасыз ету	LM80	SCS900, LM80

Trimble 3300 сериясының тахеометрі

Trimble 3300 сериясының тахеометрі механикалық деңгейлеуішпен қамтылған. Бұл тахеометр қолдануға жеңіл, әрі

көлікпен тасымалдауға қолайлы, сапалы оптикамен, бекіту және жетекші бұрандалары бір осьте орналасқан, яғни дәл көздеуге бейімделген.

15-кесте

Техникалық сипаттамасы

	Trimble 3305	Trimble 3303
Бұрыштық дәлдігі	1,5 mgon 5"	1,0 mgon 3"
Қашықтық өлшеу дәлдігі	5мм + 3ppm	3мм+3ppm
Жады	Ішкі 1900 кб	Ішкі 1900 кб

Trimble 3303 DR/3305 DR тахеометрі

Trimble 3303 DR лазерлі көрсеткішпен қамтамасыз етілген. Ол көру түтікшесінде құрылып, жіптің ортасында жобаланған. Бұл ерекшелік – түсіріс кезінде нашар жарық берілетін және ғимарат ішіндегі жұмыстарды орындауға ыңғайлы.

Тахеометрдің техникалық сипаттамасы;

- бұрыштарды өлшеу дәлдігі: 3";
- ара қашықтықты өлшеу дәлдігі: 3мм+2мм/км (сәулесіз);
- призма бойынша 2мм+2мм/км бір призма бойынша 3000 м);
- 1900 нүктеге дейінгі жад;
- біржақты дисплей;
- орысшаланған .

Trimble 3303 DR-дің негізгі ерекшеліктері:

- жетілдірілген программалық қамтамасыз етілуі: топография үшін, табиғатқа шығару, геометриялық координаталар есептерін шешуге арналған қосымша;
- қашықтық өлшеуіш стандартты режимде призмаға өлшегенде, сол сияқты бейнесіз режимде жұмыс істейді;
- сәулесіз бейне режимін қосқанда, көрінетін лазерлі көрсеткіш қосылады. Лазерлі көрсеткіштен көру дүрбісіне қарау қажеттігі жоқ. Бұл әдіспен өлшеу – қараңғыда не туннельде өлшегенде ыңғайлы;
- сәулесіз режим (DR) .



69-сурет. *Trimble 3303 тахеометрі*

Тыс жердегі объектілерді өлшеу: мысалы, көпірлер мен туннельдердің сұлбасы, археологиялық қазбалар, жол беттері. Аса көп көлік санына қарамай, объектілердің координаталары жабық аумақта немесе адам баруға қауіпті жерде қолданылады.

- қолданушы объектілердің дәл өлшеуге мүмкіндігі, мұнда призманы қою мүмкін емес, мысалы фонарь бағаналары мен ғимараттардың бұрыштары. Trimble 3303 DR электронды тахеометрдің қолдануы қарапайым: бұл кішкене пернелер тақтасының комбинациясы, графикалық экран және ыңғайлы интерфейс қолданушыға аспапта жұмыс істеуді меңгеруді жеңілдетеді;

- берілген функция жинағын нәтижелі өлшеуге рұқсат етіліп, оның нөмірі мен кодын өлшеген нүктеге сақтау арқылы автоматты түрде сақталады. Аспап 1900 нүктеге дейін сақтай алады; аспаптың салмағы және энергия қолдануы өте аз. Аккумулятордың бір зарядкасы 1000 өлшемнен асса, 8 сағат үзіліссіз жұмыс істеуге жетеді.

Trimble 3303 DR Extreme тахеометрдің ерекшеліктері:

- бұрыштарды өлшеу дәлдігі: 3";

- ара қашықтықты өлшеу дәлдігі: мм+3 мм/км (бір призма бойынша 1500м);
- оның жадына 1900 нүкте сияды;
- орысшаланған;
- 35°C-қа дейінгі төменгі температурада орындау.

Trimble 3303DR тахеометрі сәулесіз қашықтық өлшеуішпен шығарылады. Көбінесе сәулесіз қашықтық өлшеуіштер жұмысты жеңілдетіп, жай қашықтық өлшеуіштің көмегімен, қиын түсірілетін объектілерден есеп алуға көмектеседі. Мысалы, ауадағы электр бергіш сымдарды, туннельдерді, көпірлердегі ғимарат фасаттарын, карьерлер мен жолдарды түсіруде ерекше маңызы бар. Электронды тахеометр Trimble 303 DR лазерлі көрсеткішпен қамтамасыз етілген. Ол көру дүрбісі ортасының жіптер жүйесінде жобаланған. Бұл ерекшелік – түсірісті қараңғы жерде және бөлменің ішінде түсіруге қолайлы.

Ал Trimble 3300 DR тахеометрі Ресей үшін арнайы Exctrime модификациясында шығарылады. Ол аспап төменгі температурада пайдалануға мүмкіндік береді (-35°C-тан +50°C-қа дейін).

Trimble фирмасының жаңа механикалық 3600 сериясының «High-End Total Station» Trimble 3603 / 3605 тахеометрлері.

Бұрыштық дәлдігі:

- 3" және 5";
- қабылдағыш контроллермен жабдықталған ;
- trimble CU и Geodimetr.
қашықтықты өлшеу жүйесі:
- қос EDM - IR және DR;
- фазалық салыстыру әдісін қолданады;
- 3mm + 2ppm;
- ара қашықтықты өлшеу мөлшері 2500 м.

Шағылдырғыш құралысыз өлшеуге болатын мүмкіндіктер:

- ғимараттарды өлшеу;
- Құрылыстың іші және сырты;
- Көпір;

- Туннель;
- Жол;
- Темір жолдар;
- Қол жетпейтін нысаналар ;
- Шахта және карьер;
- Бір адамның басқаруына мүмкіндік.



70-сурет. Trimble фирмасының 3600 сериясының Trimble CU арнайы Arctic моделі және «High-End Total Station» тахеометрлері

Сонымен қатар, суық климатқа арналған электронды тахеометрлер жасап шығарылуда, оларға; Trimble 3603 (3") ArcticTS, DR EDM, 3-P tribr, w/ Trackl, OpPl, Trimble CU Kit, SC SW; Trimble 3605 (5") ArcticTS, DR EDM, 3-P tribr, w/ Trackl, OpPl, Trimble CU Kit, SC SW жатады.

Жылдам әрі шексіз айналатын бұрандалар:

- дәл бағыттайтын жылдам бұрандалар;
- горизонталь және вертикаль бағытқа арналған бір осьтегі бұрандалар;
- лазерлік немесе оптикалық тіктеуіш.

Trimble 5600 Servo сериясының – базалық моделі.

- Бұрыштық қателігі 3"-5" құрайды, басқа да контроллерлермен TCU, GDM, TSC2 жинақталып жұмыс істеуге бейімделген. Экраны түрлі-түсті графикамен жабдықталған.

Ерекшеліктері:

- шексіз дәл бағыттау;
- 4 бұранда орнына – 2;
- аспаптың 4 айналу жылдамдығы;
- бөлу кезіндегі автоматты позиционирлеу;
- эргономикалық қолайлылығы;
- жұмыс істеу өнімділігі 30% жоғарылатылған.



71-сурет. Trimble 5600 Servo сериясының базалық моделі

10.2.3. Nikon DTM 333/352 – NPL 602/652 серияларының тахеометрлері

Nikon электронды тахеометрі жапондық аспап шығарушылардың қазіргі заманғы аспаптарының бірі. Nikon электронды тахеометр геодезиялық және инженерлік жұмыстардың кең спектрлі өндірісі үшін құрастырылған. Бұл тахеометр геодезиялық аспаптардың қазіргі заманғы талаптарын қанағаттандырады: салмағы жеңіл, есте сақтау қабілеті жоғары, сенімді, ыңғайлы және жұмыс өнімділігі жоғары.

Nikon тахеометрінің ерекшеліктері:

- қондырғыларды жылдам ауыстыру;
- графикалық дисплеймен жабдықталған екіжақты сандық әріптік батырмалар;
- батареяның 30 сағат бойы жұмыс істеуі;
- аспап толық орыс тіліне аударылған;
- есте сақтау қабілеті 10000 нүкте;
- төмен температуралы модификация (-30° -қа дейін);
- шаңнан, ылғалдан толық қорғалған (стандарт IP x 6).



72-сурет. Nikon DTM-332 және NPL 652 тахеометрлері

Nikon ДТМ – 332 электронды тахеометрі екі жағынан да толық функциялы әріптік, сандық батырмалармен қамтамасыз етілген. Ол аспаптың негізгі функцияларына тез кіруге және кодтар мен нүктелердің аттарын жылдам енгізуге мүмкіндік береді. 10 функциялы батырмалары станцияны бекіту бұрыштарын анықтау, нүктелерді табу, белгісіз биіктік пен ара қашықтықтарды анықтау сияқты аспаптың негізгі функцияларына кіруге мүмкіндік береді.

Nikon ДТМ – 332 тахеометр сипаттамасы:

- бұрыштарды өлшеу дәлдігі - 5";
- ара қашықтық дәлдігі – 3 мм+2 мм/км (бір призма бойынша 5000м);
- жадқа 10000 нүкте сияды;
- 200 метрге дейін шағылдырғышсыз өлшей алады;
- толық сандық әріпті пернелер тақтасы;
- Quick codes тез енгізу жүйесін енгізу;
- кеңінен таралған есептеу программасымен қамтамасыз ету;
- IPx6 ылғалдан қорғалған;
- батарея 27 сағат бойы жұмыс істейді (жаз айында) (бұрыштар мен қашықтықты өлшеу) (72-сурет).

Үлкен графикалық дисплей, аспапты жеңіл басқаруға мүмкіндік береді. Графикалық экран болғандықтан, әр түрлі мәтіндер мен графикалық бейнелерді шығара аласыз.

DTM-652 Nikon тахеометрі – өзінің класынды өте жылдам өлшейтін аспап, бұрыштық дәлдігі 1" және ара қашықтықты өлшеудегі дәлдігі 2 ± 2 ppm. Өлшеу жылдамдығы жоғарылауына байланысты, даладағы жұмыс уақыты едәуір қысқарады.

Шағылдырғыш призмасыз өлшейтін NPL-632 моделі қада қоя алмайтын нүктелерді өлшеуге мүмкіндік береді. Бұрыштық қатесі 2", ал призмасыз ара қашықтықты өлшеудегі дәлдігі 3 ± 2 ppm.

602 сериясындағы Nikon тахеометрі деректерді сақтауға (CF жады) және тасымалдауға (USB жады) арналған CompactFlash (CF) және USB портымен жабдықталған. Далалық

жұмыстардың өлшенген деректерін аспаптан көшіріп алу үшін кеңсеге келгенде, жады не жад модулін аспаптан компьютерге салып, ақпаратты алуға болады.

DTM/NPL 602 сериясының тахеометріне әлемге белгілі Nikon оптикасы орнатылған. Nikon оптикасы жарықты көп жіберіп, дисплейдің анықтығын қамтамасыз етеді. Nikon аспаптарында сызықты фокустауға арналған ерекше механизм қолданылады.

Lumi-Guide бағыт көрсеткіш. DTM/NPL 602 серияларының барлық моделі *Lumi-Guide* бағыт көрсеткішімен жабдықталған. Бұл көру дүрбісінің үстінде орналасқан қызыл сәуле. *Lumi-Guide* екі когерентті қызыл сәулесін шашып, ал біреуі тұрақты сөніп-жанып тұрады. Жарық сәулені аспаптан 100 м аралықты байқауға болады.

10.2.4. TOPCON тахеометрі

Жапонның TOPCON корпорациясы – бүкіл әлемге танымал оптикалық – электронды аспаптарды жасаушы фирма. Көптеген жылдар бойы *TOPCON корпорациясы* аспаптар саласына айрықша жаңалықтар енгізді. Қазіргі таңда олар барлық әлемде жоғарғы сапалы геодезиялық аспаптардың стандартына ие болды.

Қазіргі шығарылып отырған электронды тахеометрлер дәл оптика, механика, электронды-есептеу техникасы, бағдарламалар және жаңаланған конструкцияларымен жинақталған. Дәстүрлі оптикалық-механикалық аспаптарға сай бұл тахеометрлер үш бағытта жіктеледі.

1. Жалпы мақсаттағы тахеометрлер (GTS-100N, GTS-230N, GTS-3100N сериялары) – олардың бұрыштық қателігі 2"-тан 9"-қа дейінгі дәлдікке тең.

2. Инженерлік тахеометрлердің бұрыштық қателігі 1"-тан 5"-қа дейінгі дәлдікті береді (GPT-3002LN, GPT-3003LN, GPT-3005LN, GPT-3007LN). GTS720 - GTS7000 тахеометрлері Windows және GTS-820, GPT-8000 тахеометрлерімен қоса, MSDOS операциялық жүйелерімен қамтылған. Олардың

жадында шексіз өлшеу деректерін сақтауға болады. Модельдеріне байланысты ара қашықтықты 2 мм-ден 5 мм дейінгі аралықтағы қателікпен бір призма арқылы 3000 м-ге дейін өлшейді.



73-сурет. TOPCON GTS-100N, GTS-230N, GTS-3100N серия тахеометрлері

3. Жоғарғы класты тахеометрлерге – GPT-3000, GPT-7000 сериялары жатады. Олар 250 м-ге дейін аралықты призмасыз, ал 7000 м-ге дейінгі аралықты бір призмамен өлшейді. Аспаптардың ішкі бағдарламалары орыс тілінде жазылған. Ол жоғарғы деңгейде сыртқы әсерлерден (IEC529 халықаралық стандартына сай) сақталған. Екі осьті компенсатормен қамтылып, 1" бұрыштық қателікті және бір призмадан есеп алу жылдамдығы 1,2-ден 0,3 секунд аралығын береді. Өлшеу нәтижелері PYTHAGORAS және CREDO программаларында өңделеді.

Алғаш рет 2005 жылы *TOPCON* фирмасы, GPT-3000LN сериясындағы GPT-3005LN тахеометрін өте алыс қашықтықты (1200 м) призмасыз өлшеуге болатын режиммен қамтыды. Алыс қашықтықты призмасыз өлшеу, объектің түсіне, пішініне және мөлшеріне байланысты болады. Призмасыз ара қашықтықты 250 м-ден жоғары өлшегендегі қателік 10мм+10ppрт, ал 1200 м қашықтықта ОКҚ 2,2см-ден аспауы тиіс.



74-сурет. Роботталған TOPCON тахеометрлер сериясынан

TOPCON GTS – 800A/GTS – 800A тахеометрі

Жоғары жылдамдықтағы “жетекті” механизм тахеометрді 50°/с. максималь жылдамдықпен айналдыруға мүмкіндік береді. Бұл горизонталь және вертикаль жазықтықта көру дүрбісін тез және ыңғайлы бұруды қамтамасыз етеді (75-сурет).

GTS – 800A сериялы TOPCON тахеометрі 5°/с-қа дейінгі максималь жылдамдықпен нысананы, автоматты режимде бақылай алады.

Нысанаға дәрекі/нақты бағыттаудың жаңа механизмі. Горизонталь және вертикаль дөңгелектің бекіткіш және микрометрлік бұрандалар жүйесінің орнына, дәрекі/нақты бағыттаудың жаңа механизмі қолданылады. Ол арқылы тахеометрді жылдам айналдыруға және нысанаға дәл бағыттауға болады.

Есте сақтау көлемділігі. GTS – 800/800A сериялы TOPCON стандартты тахеометрінің есте сақтау қабілеті 2 Мб (30000 нүктеден көп). PCMCIA карточкаларын (ATA, flash) қолданған кезде, өлшеулердің нәтижелерін сақтау мүмкіндігі шексіз. Сонымен қатар, тахеометрдің сақтау қабілетінің жоғарылығы, үлкен көлемді қолданбалы есептеу программалармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.



75-сурет. Topcon GTS-800A тахеометрі

Жалғыз адамның түсірісті орындауы. GTS – 800A сериялы TOPCON тахеометрімен нәтижелі жұмыс істеу үшін, оптикалық контроллер, автоматты бағыттаудың жаңа функциясы және *Standart Survey* бағдарламасы керек. Осының барлығы, жалғыз адам әр түрлі түсірістерді орындай алатын геодезиялық кешенді құрайды.

Topcon тахеометрінің ерекшеліктері:

- үлкен графикалық экран;
- нақты, әрі түсінікті пиктографиялық меню мен қолданушыға көмек беру жүйесі 2 жақты дисплейдің экранға шығуы (40 символдан тұратын 10 қатар), ол GTS –800/800A сериялы TOPCON тахеометрмен жұмысты жеңілдетеді;
- MS – DOS операциялық жүйесі енгізілген;
- жинақтылығы және өлшемі шамалы;
- суға төзімділігі: класс IPX – 4.

10.2.5. Ресейдің 3TA5P/3TA5PM тахеометрі

3TA5P (3TA5PM – 2 дисплейлі) электронды тахеометр – ірі масштабты топографиялық түсірістерді, пландық – биіктік негіздердің жүйесін құруға арналған. Ал салынған және

салынып жатқан аумақтағы түсірісті орындау, қолданбалы есептеу программалары әр түрлі геодезиялық және инженерлік есептерді далалық жағдайларда, автоматты түрде орындауға арналған.

Тахеометрмен бұрыштарды, полярлық координаталарды өлшеуге, горизонталь ара қашықтық пен өзара биіктік, анықталған тік бұрышты координаттар түрінде нәтижелерді алуға болады.

Өлшеу нәтижелері жад картасына жазылуы мүмкін.

Техникалық сипаттамасы:

- өлшеудің ОКҚ- сі көп болмау керек;
- горизонталь бұрыштан..... 5"(1,5 мгон);
- вертикаль бұрыштан..... 7"(2,2 мгон);
- горизонталь бұрыштан..... 0-ден 360°-қа дейін (0-ден 400 гон-ға дейін);
- вертикаль бұрыштан..... +45-тен–45°-қа дейін (+50-ден –50 гон-ға дейін);
- зениттік ара қашықтықтан.....45-тен 135°-қа дейін (+50-ден 150 гон-ға дейін);
- жоғарғы шек 1 призмамен..... 1000*;
- жоғарғы шек 6 призмамен..... 2000*;
- тахеометр тұтынатын орташа қуат, Вт:
көру дүрбісі
- үлкейту 30^x есе.
- бұрыштық аймақ..... 1°30'.
- визирлеу диапазоны, м..... 1,5-нан ∞-ке дейін.
- көрініс тура.

Оптикалық центрир

- үлкейту..... 2,9^xесе.
- бұрыштық аймақ..... 3°.
- көздеу диапазоны, м..... 0,6-дан ∞-ке дейін.
- деңгейлеуіш бөлу бағасы
- цилиндрлік 30".
- дөңгелек 10'.

Көтеру бұрандасы орташа жағдайы кезіндегі тіктеуіш жазықтығынан тахеометрдің горизонталь осіне дейінгі арақашықтық 23 мм. Шағылдырғыш пен қаданың биіктігі, мм..1300-ден 2250-ге дейін. Арақашықтықты өлшеу кезіндегі дисплейдің кіші разрядының бағасы – 1 мм. Жады картасының көлемі, - 1МБ, (11000 пикет).

10.3. 3T5PM электронды тахеометрінің құрылысы және онымен жұмыс істеу тәртібі

3T5PM электронды тахеометрі – оптикалық – электронды аспап, өз ішінде электронды теодолитті, жарық қашықтықты есептеу құрылғысы мен акпаратты тіркеуішін құрайды. Есептеп шығарудың бақылау блогы, қашықтық өлшеуішке жедел бақылау жүргізуге арналып, көру дүрбісінің объективінде қақпақ секілді құрастырылған. Қақпақтың ішіне призма орнатылған.

Көру дүрбісін фокустеу – кремальера сақиналарын айналдыру арқылы орындалады. Окуляр – жіп торларының нақты бейнелерін алғанға дейін диоптрлік сақиналарды айналдыру арқылы реттеледі. Қараңғы кезде жұмыс істегенде жіптік тор, жарық диодпен жарықтандырылады.

Тахеометр тіреуде орналасқан дөңгелек деңгей мен цилиндрлік деңгейлеуіш (1) арқылы горизонталь бағытқа келтіріледі.

Тахеометр дисплейлі және жад картасы бар басқару панелімен жабдықталған. Оның бүйір қақпағында сыртқы ток көзін жалғау және дербес компьютер қосу үшін ұяшық орналастырылған. Тахеометрді алған кезде құрамдас бөліктері мен сыртқы бейнесін тексеру.

Көру дүрбісін күнге тура бағыттауға және тахеометрдің оптикалық бетін қолмен ұстауға болмайды. Оның бетін металл заттармен және кір шүберекпен сүртуге болмайды, ал тахеометрді жапқышпен жапқан жөн.

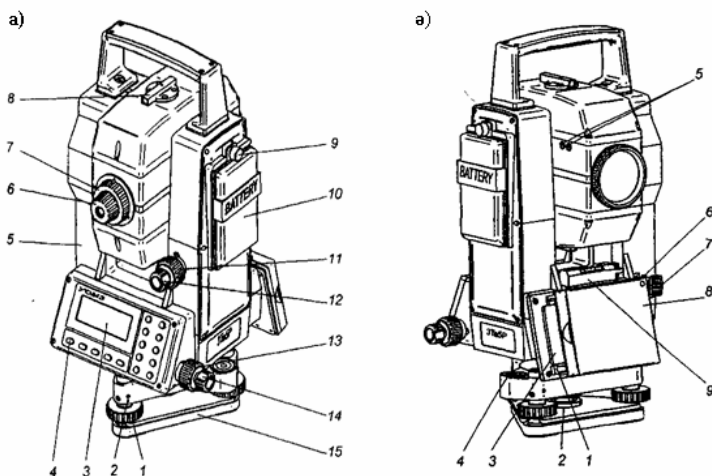
Буланудан сақтау үшін суық жерден жылы бөлмеге кіргізген кезде, тахеометрді қаптамада сақтап, оны 2 сағаттан

кейін ашады. Тахеометрді жылы жерден қорапқа салып шығарып, қорапты далада 1 сағаттан кейін ашқан жөн.

Кассеталық ток көзін ұзақ уақыт тахеометрге қосулы күйінде қалдыруға болмайды. Кассеталық ток көзін зарядтау кезіндегі бөлме температурасы шамамен + 5-тан +40 °С-қа дейін болуы керек.

10.3.1. Қауіпсіздік шараларына нұсқау

Тахеометрде жоғарғы кернеудегі ток өткізгіш элементтер болмағандықтан, өлшеу жұмыстарын жүргізу кезінде қауіпсіздік шаралары жүргізілмейді.



76-сурет. 3Ta5P электронды тахеометрі:

а) 1-көтеру бұрандасы; 2-түзету бұрандасы; 3 - дисплей; 4 - қосу/айыру батырмасы; 5 - колонка; 6 - диоптрлі сақина; 7-көру дүрбісінің кремальерасы; 8 - коллиматорлы көздегіш; 9 - бұранда; 10 - батарея; 11,13 - жетекші бұрандасы; 12,14 - бекіту бұрандасы; 15 - табаны; ә) 1-инжектор батырмасы; 2 - түзету сайыны, 3 - жады картасы; 4 - дөңгелек деңгейлеуіш; 5 - клеммалар; 6 - центрирдің түзету бұрандасы; 7 - оптикалық центрирдің окуляры; 8 - жады картасы байланысатын түйін; 9 - цилиндрлік деңгейлеуіш

Зарядтау құралын ток көзіне қосар алдында ток шнурымен оның вилкасын тексеру қажет. Зарядтау құралы суық жерден әкелінсе, оны 2 сағаттан кейін қосқан жөн. Зарядтау құралын шаң мен ылғалдан сақтау керек. Аспаппен далада жұмыс істеу кезінде электр желілері, ток кабельдері, электрленген темір жолдар, т.б. электр құралдарының жанынан алыс тұру қажет. Жаңбыр жауып, найзағай түскен кезде, ашық жерде жұмыс істеуге болмайды.

10.3.2. Жұмыс істеу тәртібі

Аспаппен жұмыс істер алдында батареяны зарядтап, оның жұмыс істеу қызметін, жад картасының көлемі мен оның батареясын тексеру қажет.

Тахеометрде өлшенген горизонталь бұрыш мәндерінің коллимациялық қателігіне түзетулер, автоматты түрде енгізіледі. Оның мәні тахеометрдің қателіктерін анықтау процесінде анықталып, тахеометр жадында түзету мәндерін анықтауға дейін сақталады.

Өлшеулер кезінде вертикаль осьтің көлбеу бұрышын ескеріп, автоматты түрде вертикаль осьтің көлбеулігіне түзету енгізіледі. Жер қисықтығы және рефракцияға түзетулер автоматты түрде енгізіледі ($K=0.13$). Лимбтің айналу жылдамдығына байланысты бұрыш датчиктері шектелген. Сондықтан, көру дүрбісінің максималь айналу жылдамдығы мен тахеометрдің айналу жылдамдығы горизонталь жылдамдықта бір айналу/с-нан аспауы тиіс. Тахеометрмен жұмыс істеу кезінде батарея кернеуін үнемі тексеріп отырған жөн. Ток кернеуі 6,5В-тан төмен кезде, дисплейде “аккумулятордың разрядталуы” деген дерекпен сигнал дыбысы шығады. Осы деректен кейін тахеометрмен жұмыс істеу мүмкін емес. Жұмысты жалғастыру үшін тахеометрдің ток көзін ауыстыру қажет.

10.3.3. Оптикалық центрир және деңгейлеуішті тексеру, түзету

Тахеометрдің цилиндрлік деңгейлеу осін, екі көтергіш бұрандасымен қосатын түзуге параллель қойып, осы бұранданы

карама-қайшы бағытта бұрап, деңгейлеуіш көпіршігін ортаға әкелу қажет. Тахеометрді 90° -қа бұрып, үшінші көтергіш бұрандасымен деңгейлеуіш көпіршігін ортаға келтіреміз. Содан кейін тахеометрді 180° -қа бұрып, деңгейлеуіш көпіршігінің ортадан ауытқығанын бағалаймыз. Егер көпіршік қозғалысы бір бөлікті көрсетсе, жартысын қондырғыштың көтергіш бұрандасымен, екінші жартысын – деңгейлеуіштің түзету бұрандасымен келтіреді. Дөңгелек деңгейдің көпіршігін, түзету винттерімен сәйкес келетін қажетті шегіне келтіреді. Сөйтіп, тексеруді қайталайды.

Тахеометрді штативке орнатып, штативтің астына марканы қоямыз. Табанның көтергіш бұрандаларының көмегімен центрирдің жіптік торын, марканың қиылысқан жеріне келтіреміз.

Тахеометрді 180° -қа бұрып, центрир жіптік торының маркадан ауытқығанын байқауға болады. Кіші дөңгелек радиусында ауытқыған жіптік торы центрлеу қателігіне (i , мм) сай келеді, мұндағы i – штатив биіктігі. Егер ауытқу радиусы жоғары болса, центрирді түзету бұрандасымен жөндеп және тексеруді қайталау қажет.

10.3.4. Көру дүрбісінің жіптік торының көлбеулігін тексеру

Тахеометрді штативке орнатып, горизонталь жазықтыққа келтіреді. Көру дүрбісін көздеу нысанасына бағыттап, тахеометрді вертикаль осі бойынша дүрбіні жоғары және төмен қозғалту қажет. Егер жіп торы вертикальдан үш (штрих) пернеге ауытқыса, кремальера сақинасын шешіп, окулярдың бекіткіш бұрандасын босатып, жіптік тордың көлбеулігін түзету қажет. Жұмыс аяқталған соң, қабын кигізіп тексеруді қайталау керек.

10.3.5. Көру дүрбісінің жіптік торын түзету, тексеру

Тахеометрді орнатқаннан кейін аспаптан 20–50 м аралықта бір призмалы жарық шағылдырғыш құралын орнату керек. Содан кейін өлшеу режимін нысанаға дәлдеп, тахеометрдің көру

дүрбісін жарық шағылдырғыштың центріне дәлдеу керек.

Вертикаль жетекші винтімен көру дүрбісін жоғары қарай сигнал деңгейі төмендегенше жылжытады. Ал призма центріне қатысты жіп торы қиылысын қатырып, содан кейін сол сияқты сигнал деңгейіне дейін көру дүрбісін төмен жылжытып, жіп торын призма центріне қатысты бекіту керек. Егер көру дүрбісінің көлбеу бұрышы дүрбіні төмен және жоғары апарғанда тең болса, онда вертикаль жазықтықта жіптік торды түзету дұрыс орындалғаны.

10.3.6. Коллиматорлы көздегішті тексеру

Тексеруді маркамен 50м ара қашықтықта орындау қажет. Көру дүрбісін коллиматорлық көздегіш бойынша марканың жоғарғы белгісіне бағыттап, марканың төменгі жағының белгі көрінісінің ауытқуын бағалау қажет. Егер марка белгісі көру дүрбісінің жіптік торымен $1/4$ сәйкес келмесе, көздегішті бекіту бұrandасымен сәл босатады. Содан соң көру дүрбісін марканың төменгі белгісіне бағыттап, көздегішті горизонталь жазықтықта жіптік тордың қиылысымен сәйкес келгенше жылжытады. Бекіту бұrandаларын қатайту кезінде көздегіш жіптік торының горизонталь штрихының марка қиылысу белгісімен дәл келуін бақылау керек.

Тахеометрдің көру дүрбісін зенит арқылы 180^0 -қа айналдырып, екінші көздегішті тексеру қажет.

10.3.7. Майлау

Жалпы тахеометр майлауды көп қажет етпейді. Тахеометр осьтерін қажет жағдайларда жылдам және үздіксіз қолданғанда пайдаланады. Тахеометрді төменгі температурада қолдану кезінде майы қоюланып, майлау қажеттілігі $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ температурада болады. Тахеометр осьтерінің майлануы зертханада жасалуы қажет.

Горизонталь осі қатты жүрсе, тахеометрді шашпай жөндеуге болады. Ол үшін тахеометрді қырынан қойып,

осьтеріне 1-2 тамшы май тамызады. Содан кейін оны екінші қырына жатқызып, осьтің екінші жартысын майлады. Көру дүрбісін бірнеше рет айналдырады. Егер майланғаннан кейін нәтижесіз болса, онда арнайы зертханада тазалап майлайды. Майлау кезінде аспап кешеніндегі маймен майлаған дұрыс.

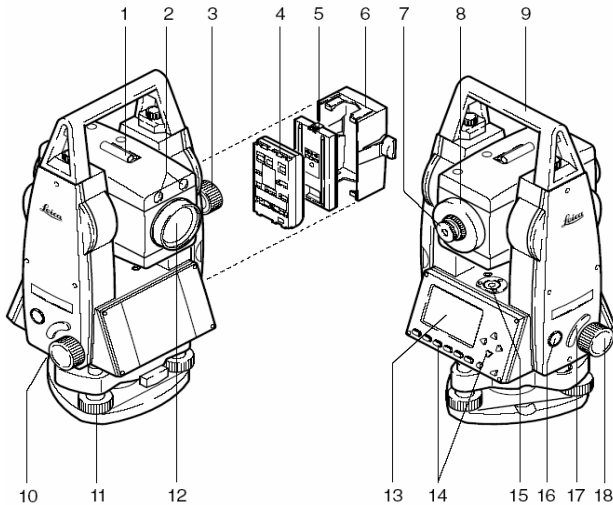
10.3.8. LEICA TPS – 300 сериялы тахеометр

TPS – 300 LEICA тахеометрі – тез, әрі дәл жұмыспен камтамасыз етеді. Олар құрылыс аймақтарында қарапайым және күрделі өлшеулер жүргізу үшін құрастырылған. Құрастыру кезінде «Leica Geosystems» фирмасының инженерлері пайдалануы кезіндегі ыңғайлылығына және өндіріс көлемінің ұлғайтылуына ерекше көңіл бөлген. Салмағы өте жеңіл, әрі жаңа функционалды мүмкіндіктерге ие.

TPS 300 жүйелі тахеометріне аспапты нүктенің үстіне жай, тез және ыңғайлы орналастыру үшін лазерлік центрир енгізілген.

TPS 300 базалық жүйесіндегі TCR тахеометрін модификациялау, өлшеулер мен шағылыстырғышты пайдаланбай-ақ, нүктелердің координаталарын анықтауға мүмкіндік береді. Мұнда өлшеу жұмыстары тез, әрі дәл орындалады.

Бұл тахеометрлер өлшеу объектілері қиын берілетін жерлерді өлшеуге ыңғайлы: мысалы, ғимараттың бұрыштары, т.б. Қызыл лазерлі шағылыспайтын қашықтық өлшеуіш, қиын жұмысты қауіпсіздендіріп және жеңілдетеді. Қызыл лазер арқылы өлшемі 1–2 см болатын затқа дейінгі ара қашықтықты өлшеуге болады. Беткейдің түрі мен құрылымына байланысты 80 м-ге дейінгі ара қашықтық бірнеше сек ішінде 3 мм+2 мм дәлдікті тахеометрмен өлшенеді (77-сурет).



77-сурет. LEICA TPS – 300 тахеометрі:

- 1- оптикалық визир; 2 - енгізілген бағыттау жүйесі; EGL - белгімен (маяк) визирлеу; 3 - биіктік бойынша жетекші винт;
4 - аккумулятор батареясы; 5 - аккумуляторлық; батареяға GEB111 арналған панель; 6 - аккумулятор қақпағы; 7 - окуляр; фокустаушы сақина, тор; 8 - бейнені фокустаушы сақина; 9 - тұтқасы;
10 - тізбектелген порт RS232; 11 - көтеру бұрандасы;
12 - қосарланған электрондың қашықтық өлшеуіш объективі; (EDM);
13-дисплей; 14 - клавиатура; 15 - дөңгелек деңгейлеуіш;
16 - іске қосу пернесі; 17 - триггер батырмасы; 18 - азимут бойынша бағыттау бұрандасы

Тахеометрге арнайы жұмыстарды (жүргізу үшін есептеу программалық пакет енгізілген.) түсірісті, қиылыстыру мен ауданның мәнін жүргізу үшін бағдарламалық пакет енгізілген. Бастапқы меню, бірте-бірте тахеометрдің барлық функциялары мен бекіткіштерінен жекелеп өтеді. Осы арқылы қателіктерді жібермеуге және қымбат өлшеулерді қайта жүргізбеуге болады. Қарапайым батырмалардың көмегімен әріптік – сандық деректерді оңай енгізуге болады. Ал үлкен графикалық дисплей,

жұмысты орындау кезінде өте ыңғайлы. Тахеометрдің жад көлемі 4000 мәліметтер блогын құрайды, ал басқару жүйесі далалық мәліметтерді жеңілдетеді.

10.3.9. Өлшеулерді өңдеу және теңестіру

Өлшеулерді өңдеу және теңестіру үшін TPS 300 тахеометрінде CREDO_Dat, Autodesk Syurvey программасын қолданады.

Leica TPS – 300 тахеометрі геодезиялық деректерді өңдеудің кез келген технологиялық тізбегіне енгізе алады. Далалық өлшеулер геодезиялық өлшеулерді өңдеуге және теңестіруге арналған CREDO – DAT, Auto Desk Survey программаларына беріле алады. Әрі қарай аймақтың үш өлшемді моделін құру, горизонтальдарды салу және шартты белгілермен қоса, жағдаяттық жоспарды жүргізу үшін нүктелердің теңестірілген үш өлшемді координаталары *Credo – TER*, *CREDO – MIX*, *CAD – Relief*, *TOPOCAD*, *Auto Desk Land Development Desktop* программасына беріледі.

16- кесте

Leica TPS – 300 сериялы тахеометрінің техникалық сипаттамасы

Негіздік (базалық) жүйе TPS 300 TC – электронды тахеометрі TCR - өлшеуге арналған шағылдыр – ғышсыз тахеометрлер		TC 303 TCR 303	TC 305 TCR 305	TC 307 TCR 307
Горизонталь және вертикаль дөңгелектің ДИН 18723-ке сәйкес дәлдігі		1 мгон, 3"	1,5мгон, 5"	2 мгон, 7"
Компенса- тор	Электронды екі осьті	•	•	•
	Құрылғының ауқымы	± 0,07 гон	± 0,07 гон	± 0,07 гон
	Құрылғының дәлдігі	0,3 мгон	0,5 мгон	0,7 мгон

16-кестенің жалғасы

Ара қашықтықты өлшеу (стандартты өлшеу, дәлдік)		2мм+2ppm	2мм+2ppm	2мм+2ppm
Өлшеу қашықтығы атмосфераның орташа жағдайында дөңгелек призма		3000 м	3000 м	3000 м
Өлшеу уақыты		< 1 sec	< 1 sec	< 1 sec
Шағылдырғышсыз ара қашықтықты өлшеу (TCR аспабы) – дәлдік		3мм+2ppm	3мм+2ppm	3мм+2ppm
Деректерді тіркеу		4000	4000	4000
Көру дүрбісі	Үлкейтуі	30 х есе	30 х есе	30 х есе
	Көру өрісі	1°30' (1км-ге 26м)	1°30' (1км-ге 26м)	1°30' (1км-ге 26м)
	Визирлеудің минималь ара қашықтығы	1,7 м	1,7 м	1,7 м
Келтіру бұрандасы		Шексіз		
Енгізілген аккумулятор		GEB 111, NiMH		
Бұрыштар мен ара қашықтықты өлшеу саны		1000	1000	1000

10.3.10. TPS 400, Leica TS 407/405/403 сериялы электронды тахеометрлері

Топографиялық-геодезиялық, т.с. геодезия саласындағы жұмыстарға, құрылысқа және зерттеуге арналған классикалық электронды тахеометр. Қарапайым қолданылатын интерфейс, енгізілген программалық қамтамасыз етуді жеңілдетеді.

Ерекшеліктері:

- сирек дисплей;
- ыңғайлы батырмалар;
- шексіз, тура келтіру бұрандалары;
- лазерлік центрир;
- екі осьті компенсатор;
- жіптік тордың түстері;
- үйлестірілген қоректендіру элементтері;
- шағылдырғышсыз өлшеу.

Leica TCR 403, 405 және 407 тахеометрлерінің техникалық сипаттамасы

Көру дүрбісі Үлкейтуі 30х есе Көру аясы 1° 30' (26m на 1km) Бұрыштарды өлшеу Абсолютті әдіс, үзіліссіз Дәлдігі 3"(1mgon) 5"(1.5mgon) 7"(2mgon) Дисплейдің ең кіші разряды 1"(0.5mgon) 1"(0.5mgon) 1"(0.5mgon) Ара қашықтықты өлшеу (стандартты режим IR) 1 призмамен қашықтығы GPR1 (Leica) 3000 m 3000 m 2500 m Дәлдігі 2mm + 2ppm Шағылдырғышқа қаратып ара қашықтықты өлшеу (TC/TCR) GPR1 (Leica) призмасы ұзақтығы 3500 m / 7000 m	Шағылдырғышсыз аралықты өлшеу (TCR) қызыл лазер Қашықтығы 80 m Дәлдік 3mm + 2ppm Өлшеу уақыты 3s + 1s/10m Басқару Дисплей әріптік-сандық, 6 сызық 31 символ Клавиатура 4 функционалды батырмалар, кейде екі клавиатура Шағылдырғышпен аралықты өлшеу (қызыл лазер) Призмамен қашықтығы GPR1 (Leica) 5000m Деректерді сақтау және тарату (шығару) Ішкі жады 10000 деректер блогы Деректер форматы IDEX/GSI/ASCII/реттелетін форматтар Ұзындығы X, ені X, биіктігі 151mm x 203mm x 316mm Салмағы(аспап/аккумулятор/трегер) 4,2 кг / 0.2 кг / 0.6 кг Лазерлік тіктеуіштің дәлдігі 1.5м-ге 1.5mm Жұмыс істеу ауқымының температурасы -20°C +50°C
---	---

Есептеу программалары.

Түсіріс – аспаптың жылдам бағыттау, станцияның координаттарын бекіту, кодтау, бастапқы мәліметтер мен өлшеулер файлдарын анықтау.

Бөлу – бөлу жұмыстарының негізгі әдістері полярлық және ортогональдық.

Ара қашықтықты және 2 көздегіш нысан – арасындағы өзара биіктікті өлшеу, осы бағыттағы дирекциялық бұрышты анықтау.

Ауданды анықтау on-line режимінде немесе жадта сақталған нүктелерді пайдаланып, жүзеге асырылады.

Кері есеп – әр түрлі жолдармен өлшеулер жүргізу, соның ішінде тек қана бұрыштық өлшеулер жүргізіледі.

Биіктікті анықтау – қиын берілетін нүкте белгілерін анықтау.

База түзу – бастапқы түзуді бұзудың жеке жағдайы.

TPS400 сериялы Leica TCR 403, 405 және 407 – шағылдырғышсыз қашықтық өлшеуіш, ара қашықтықты өлшеуге арналған аспап. Көрінетін қызыл лазерде кішкене бұрыштық айырмашылық бар – 80 м ара қашықтықта лазерлік дақтың көлемі 2 x 1,5см-ді құрайды. Қашықтық өлшеуішпен қоса, нысана өлшеуіш қолданылады. Лазерлік сәуленің осі көздеу осімен сәйкес келеді.

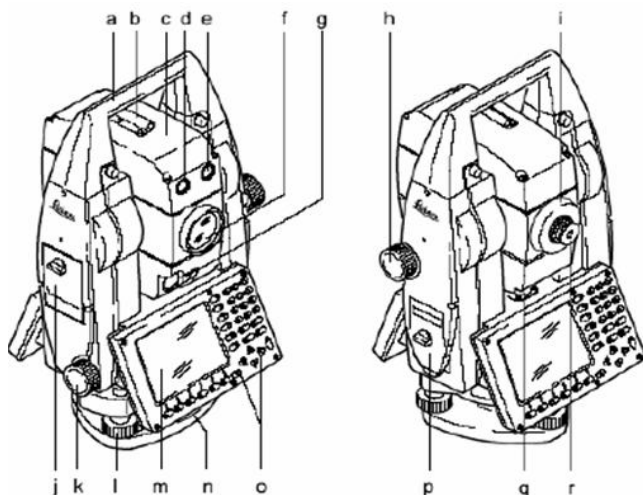
10.4. Leica TPS1200 сериясының тахеометрі

TPS1200 тахеометрі «*Leica Geosystems*» компаниясының соңғы туындысы. TPS1200 сериялы аспаптарда осы күнгі аспап жасау саласындағы жетістіктер жүзеге асырылған. Электронды тахеометрлердің жаңа мүмкіндіктері кез келген геодезиялық жұмыстарды тез, дәл және тиімді орындауды қамтамасыз етеді.

Қажетті аспаптарды тұтынушылар керегінше таңдап алу үшін, TPS1200 сериялы тахеометрлері көп сериялы болып шығарылады, әрине ол қаржыны үнемдеуге мүмкіндік туғызады (78-сурет).

Бұл серияның мынадай модельдері бар:

ТС – базалық модель. Бұл аспап барлық стандартты жұмыстарды аз қаржы жұмсау арқылы жүзеге асырады. Бұл аспаптар 2мм+2ррм дәлдікпен 3000 м артық өлшеуішпен жабдықталған.



78-сурет. TPS1205 – тахеометрінің құрылысы:

a - тасуға арналған тұтқасы; b - оптикалық көздегіш; c - EDM, ATR и EGL жүйелерімен қамтылған көру дүрбісі; d - сары маягі EGL; e - қызыл маягі EGL; f - бұрыштық және сызықтық өлшеуге арналған коаксиалды оптика; g - PowerSearch; h - биіктік бойынша жетекшіі бұрандасы; i - фокустаушы сақина; j - ContrastFlash жад картасының тетігі; k - азимут бойынша бағыттаушы бұранда; l - трегердің көтеру бұранда; m - дисплей; n - трегера бекітетін бұранда; o - клавиатура; p - аккумулятор орны; q - дөңгелек деңгейлеуіш; r - алынбалы окуляр

TCR – шағылдырғышсыз 170 м және шағылдырғышпен R300 – 500 м-ге дейін өлшейтін екі қашықтық өлшеуішпен жабдықталған. Бұл режимді өлшеудің дәлдігі 3мм+2ppm құрайды.

Базалық модельдермен қатар, «Leica Geosystems» компаниясы тұтынушыларға жоғарғы технологиялық, басқа да аспаптар ұсынады. Олардың ішінде мынадай модельдер бар:

«TCRM» – модель шағылдырғышсыз және моторландырылған «сервопривод» қозғалтқыштың көмегімен өз бетінде өлшеу

жұмыстарын жүзеге асырады.

«TCA» – әріпті модельдер автоматтандырылған аспаптар, олар нысананы автоматты түрде іздеп табуға және әрі қарай призманы бақылап тұруға мүмкіндік туғызады. Бұл тахеометрлерді толық пайдалану жұмысын жүргізу, радиомодем арқылы жүзеге асырылады.

«TCRA» – моделі шағылдырғышсыз және автоматтандырылған өлшеу құралдарымен қамтылған.

«TPS1200» сериялы электрондық тахеометрлердің ішінде «P» әрпімен белгіленген аспаптар да бар, оның толық белгіленуі – TCRP. Бұл тахеометрлер TCR, TCRM, TCRA модельдеріне қарағанда толық жетілдірілген. Сонымен қатар, нысананы тез табатын «PowerSearch» функциясымен жабдықталған. Басқа аспап жасайтын компаниялардың жабдықтарынан «PowerSearch» нысаны тез табатын функцияның ерекшелігі – күшті призма немесе радиотаратқыш сияқты қосымша жабдықтардың қажетсіздігі.

Аспаптар 1",2",3",5" дәлдікпен бұрыш өлшейді. TPS1200 сериялы тахеометрінің стандарттық кешені мынадай қолданбалы есептеу программасымен қамтылған:

- Survey (түсіріс) топографиялық түсірістерді жүргізу үшін;
- Setup (аспапты бағыттау) әр түрлі тәсілдер арқылы аспапты бағыттайды.
- Ол тәсілдер мына программалармен қамтамасыз етілген:
- Resection (кері қиылыстыру);
- Local Resection (кері қиылыстырудың жеке жағдайы);
- Orientation & Height Transfer (бірнеше бағыттарға бағыттау);
- Known Azimuth (белгілі азимутқа бағыттау);
- Known BC Point (белгілі стансаға қарай бағыттау);
- Stakeout (бөлу) құрылыс элементтерін жергілікті жерге көшіру;
- координата есептеу.

10.4.1. TPS1200 – тахеометрлерінің сипаттамалары мен мүмкіндіктері

Үлкен радиуста жұмыс атқаратын, «Коаксиальды» дәлдігі жоғары бірнеше өлшеу режимі бар, *тез және дәл қашықтық өлшеуіш*. Бір призмамен 3 км-ге дейін өлшейді.

Шағылдырғышсыз лазерлі қашықтық өлшеуіш. «Коаксиальды» қызыл лазерлі қашықтық өлшегіш ең кіші радиусты дақпен 500 м-ге дейін қашықтық өлшей алады. Өлшеуді ғимараттың бұрышына, қол жетпейтін нысандарға дейін жүргізуге болады. Сондықтан бұл тахеометрдің ара қашықтықты өлшеуде R_{100} және R_{300} екі варианты бар. Шағылдырғышқа бағыттаудың қажеті жоқ. Жобадан жергілікті жерге көшіру жұмыстары оңай және тез атқарылады.

Аспапқа қатысты қолданылатын терминдер және олардың түсініктемелері:

TPS – Total Station positioning system – электронды тахеометр;

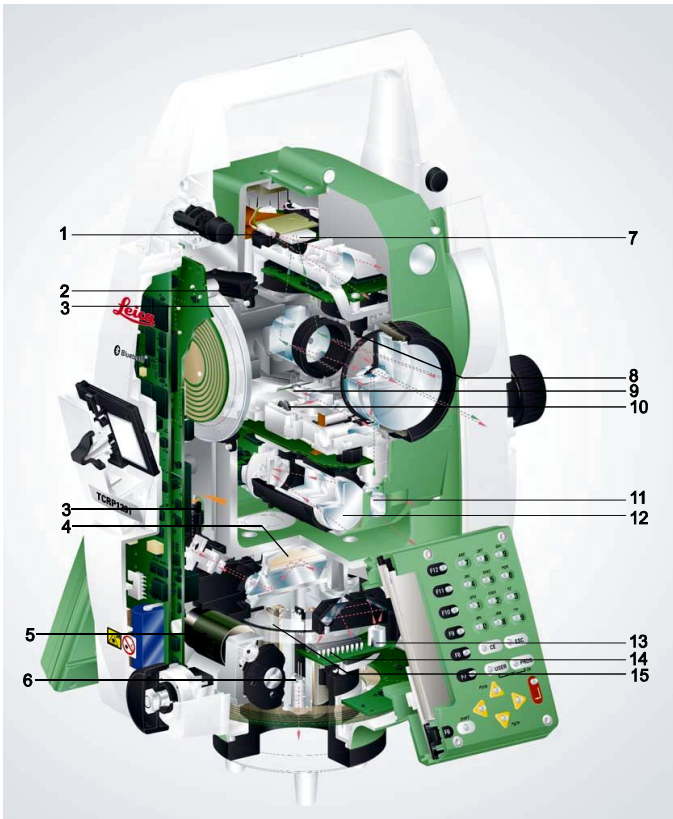
GNSS – Global navigation satellite system – GPS, ГЛОНАСС, SBAS жер серігі навигациялық жүйелердің жалпы аты.

EGL – белгімен (маяк) визирлеу. Құрылыс жұмыстарында жармаға қою немесе бөлуде, нысаналау сызығына шағылдырғышты тез орнатуға мүмкіндік беретін қолайлы құрылғы.

ATR – Нысаналау нүктесін автоматты түрде іздеу.

Призмаға автоматты түрде тура бағыттау. Өлшеу жылдамдығын ұлғайтып, жұмыстың жалпы өнімділігін жақсартады.

PS (Power Search) – шағылдырғышты тез табу. Шағылдырғышты тез және тиімді табу. Жұмыстың барлық түрінде қолдану, оның ішінде тахеометрді алыстан тұрып басқару мүмкіндігі бар.



79-сурет. TCR1205 электронды тахеометрінің ішкі құрылысының негізгі бөлшектері: 1 - көздегіш көрсеткіші (EGL) сәуле таратушы; 2- вертикаль бұрыштың (V) өлшеу жүйесі: сәуле таратушы; дөңгелек әйнек; 3 - компенсатор, 4 - сәуле таратушы линза; 5 - моторландырылған жетек; 6 - лазерлік тіктеуіш; 7 - нысанды автоматты анықтау жүйесі (ATR): сәуле қабылдағыш; 8 - қашықтық өлшеуіштің лазерлік жүйесі (EDM) – сәуле қабылдағыш; 9 - IR – сәуле таратушы (шағылдырғыш призмамен өлшеу режімі); 10 - RL – сәуле таратушы (шағылдырғыш призмасыз өлшеу режімі); 11 - Power Search: сәуле таратушы, сәуле қабылдағыш; 12 - горизонталь бұрышты өлшеу жүйесі; 13 - сәуле қабылдағыш, дөңгелек әйнегі

EDM - қашықтық өлшеуіштің лазерлік жүйесі:

- IR – шағылдырғыш призмамен өлшеу режимі;
- RL – шағылдырғыш призмасыз өлшеу режимі;
- LO – алыс қашықтықтарды шағылдырғышты қолдана отырып, қызыл лазер көмегімен өлшеу режимі.

RCS – қашықтықта бақылау жүйесі.

PinPoint – ара қашықтықты шағылдырғыш призмасыз жіңішке лазерді қолдана отырып, өлшеу технологияларына жатады. Бұл режимде R100 және R300 варианттары қолданылады.

Motorised – аспап өзінің негізгі және көру дүрбісінің айналу осінде қозғалуға мүмкіндігі бар «сервопривод» қозғалтқышымен жабдықталған.

Аспаптың негізгі мүмкіндіктері:

Дәлдігі жоғары бұрыштық өлшеулер. Бұрыштық өлшеулерді үздіксіз жүргізетін дәлдігі жоғары өлшеу жүйесі. Дәлдігі – 1" тен 5"-ке дейінгі аралықта.

Бұрандалары шексіз айналады. Нысанаға тез, әрі дәл көздеу жұмыстарына арналған.

Лазерлі тіктеуіш. *TPS1200* арқылы центрлеу оңай тез және дәл.

Радимодем. Мәліметтерді *TPS1200* пен сыртқа қабылдағыш арасында беру өте жылдам және үлкен сенімділікпен жүреді.

Алыстан (қашықтықтан) басқару пульті. *TPS1200* тахеометрі радиомодем арқылы басқарылады. Геодезист түсірісті қосымша көмекшісіз, шағылдырғыш арқылы жүргізеді.

CompactFlash жады картасы. Кең ауқымды, сенімді ақпараттар сақтаушы. Мәліметтерді беруге өте қолайлы.

Жадысы. Аспап ішінде орнатылған үлкен сыйымдылықты жады.

Жоғарғы контрасты графикалық дисплей. Жоғарғы сапалы бейне және контрасты үлкен жарық дисплей. Графיקаны өте жақсы бейнелейді. Жарық және қараңғы кездегі дисплей жарықтығының сапасы жоғары.

Арнайы жасалған клавиатура. Қолдануға өте қолайлы.

Клавиатураның әріптік-сандық реті және функционалды пернелері орнықты және түсінікті орналасқан.

Біріктіріліп орнатылған Li-ion батареясы. Көлемі, пішіні және салмағы кішігірім жасалып, TPS1200 жұмысын көптеген сағат бойы қамтамасыз етеді.

Графикалық қарау режимі. Тахеометр жұмыс нәтижесін графикалық бейнелейді. Сенсорлық экран немесе клавиатура батырмалары нүкте немесе басқа да объект бойынша мәліметті алуға мүмкіндік береді.

Жұмыс нәтижелерін кодтау және бейнелеу. Экранда түсіріс нәтижелерін графикалық бейнелеу үшін деректерді нүктелі, сызықтық және аудандық объект бойынша кодтауға болады.

18-кесте

TPS1200 сериялы тахеометрлерінің техникалық сипаттамасы

<i>Техникалық сипаттама</i>	<i>1201 типті</i>	<i>1202 типті</i>	<i>1203 типті</i>	<i>1205 типті</i>
<i>Бұрыштарды өлшеу</i>				
Дәлдік Г, В (стандарттық ауықту, ISO 17123-3)	1"	2"	3"	5"
Есептеу әдісі	Абсолюттік, үзіліссіз, диаметрлі			
Компенсатор	Орталық екі осьті			
Жұмыс істеу ауқымы/ дәлдік:	4' / 0.5"	4' / 0.5"	4' / 1.0"	4' / 1.5"
<i>Ара қашықтықты өлшеу - стандартты режимі (IR)</i>				
Бір призмаға деген қашықтық	3000 м			
Минималь ара қашықтық	1.5 м			
Дәлдік (стандарттық ауытқу, ISO 17123-4) / өлшеу уақыты	2 мм + 2 ppm / 1.5 с.			
<i>R100/R300 (RL) Арақашықтықты өлшеу - шағылдырғышсыз режим PinPoint</i>				
Алыстығы	PinPoint R100		170 м / 100 м (90% / 18%)	

18-кестенің жалғасы

	PinPoint R300(*)	500 м / 300 м (90% / 18%)
Минималъ ара кышыктык	1.5 м	
Стандартты призмаға өлшеу	1000 м - 12000(**) м	
Дәлдік (стандарттык ауытку, ISO 17123-4) / өлшеу уакыты	< 500 м	3 мм + 2 ppm/ 3-6 сек., max 12 с.
	> 500 м	5 мм + 2 ppm/ 3-6 сек., max 12 с.
Призмаға	5 мм + 2 ppm / 2.5 с., max 12 с.	
Лазерлік дак	на 20 м	7 мм x 14 мм
	на 100 м	12 мм x 40 мм
Моторлы тахеометр		
Бұрыштык максималъ жылдамдық	45° / с.	
Визирлік нысанаға автоматты бағыттау (ATR)		
Бағыттау (ATR)/ Іздеу (LOCK)	1000 м / 800 м	
Дәлдік / Өлшеу уакыты	< 2 мм / 3 - 4 с.	
Іздеу уакыты (LOCK)	на 20 м	5 м / с.
	на 100 м	25 м / с.
Көздегіш нысананы іздеу PowerSearch (PS)		
Диапазон	200 м	
Толык айналып шолу уакыты	< 10 с.	
Негізгі деректер		
Үлкейту	30 x есе	
Көру өрісі	1° 30' (1.66 gon) / 100м –ге 2.7. м	
Минималды фокустык аралык	1.7 м	

18-кестенің жалғасы

Дисплей	1/4 VGA (320*240 пикселді), СК
Клавиатура	34 клавиштер (12 функционалдық, 12 әріптік-сандық) жарығы бар
Ішкі жады	32 MB (опция)
Жад картасы	CompactFlash (32 MB, 256 MB), 1750 жазба 1 MB

10.4.2. TCR1205 R100/R300 модельдері

Бұл тахеометрлер шағылдырғышсыз екі қашықтық өлшеуіштермен жабдықталған: **R100** қашықтықты 170 м-ге және **R300** 500 м-ге дейін өлшеуге мүкіндік береді. Тахеометрдің өлшеу дәлдігі 3мм+2ppm құрайды (80-сурет).



80-сурет. TCR1205 тахеометрі, оның қосымша құрал-жабдықтары:

а)-электронды тахеометр; б)-призма бекітілген белгі; в) -жад картасы; г) - шағылдырғыш; з) - GPS контроллер

TCR1205 R100/R300 тахеометрінің артықшылығы:

- жұмыс аткаруы үлкен радиусты тез және дәл қашықтық өлшеуіш;
- шағылдырғышсыз кіші дақты лазерлі қашықтық өлшеуіш;
- контрасты жоғары графиктік сенсорлық дисплей;
- шексіз жетекші бұранда;
- екі осьті компенсатор;
- жұмыс нәтижелерін графиктік көру режимі;
- тиімді аккумуляторлық батареялар;
- компьютермен байланыстырған *RS232* порт және сыйымдылығы мол *CompactFlash* жад картасы;
- мәліметтер алмасу форматы.



81-сүрет – а) – *SmartStation*; б) – *SmartRover*; в) – *SmartRover*

Сонымен қатар, Leica TPS1200 жүйесі – **SmartRover** және **SmartStation** жинағымен қамтылған (81-сурет).

Оларға:

- **SmartStation** – нүкте орнын анықтауға және электронды тахеометрді бағыттауға арналған;
- **SmartRover** – стандартты жылжымалы GPS қабылдағышы ретінде қолданылады;
- **SmartRover** – шағылдырғыш және роботталған тахеометрді басқару үшін және жылжымалы GPS қабылдағышы ретінде координаталарды анықтауға арналған.

Бұл аспап статика және нақты (РТК) уақыт аралығында жұмыс істей береді. Негізгі ерекшеліктері:

- -40°C-тан +65°C-қа дейінгі температурада жұмыс істейді (GPS және тахеометр үшін);
- 1 м тереңдікке дейін су өткізбейді;
- шаңды өткізбейді
- барлық жағдайда қолданылады;
- салмағы 2.8 кг

Жылжымалы немесе базалық қабылдағыш ретінде қолдануға болады:

- Кабельсіз;
- Байланыстың әр түрі;
- Bluetooth™ mobile phones функциясы;
- GFU devices with GHT56 функциясы.

Бақылау сұрақтары.

1. Электронды тахеометрлерді шығаратын жетекші өндірістер?
2. Қазіргі жаңа тахеометрлердің техникалық сипаттамалары және конструктивті ерекшеліктері.
3. Электронды тахеометрлердің өлшеу түрлеріне байланысты кластары.
4. Тахеометрлердің негізгі мақсаты.
5. Тахеометрлерді қамтамасыз етудің есептік программалары.

6. Деңгейлеуішті түзету және оптикалық центрилдерді тексеру?
7. CompactFlash жад картасы не үшін пайдаланылады?
8. Шағылдырғыштың қандай түрлері бар?
9. TCR және TC тахеометрлерінің айырмашылығы қандай?
10. Ресей қандай маркілі тахеометр шығарады?
11. Универсалды электронды тахеометрді қалай түсінесіз?
12. Шағылдырғышсыз түсіретін электрондық тахеометрдің принципі?

XI тарау. ҒАЛАМДЫҚ БАҒДАР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ АСПАПТАРЫ (GPS)

11.1. Жер серігі мен навигациялық жүйе аспаптары

Жер серігінің геодезиялық аспаптарын көптеген компаниялар шығарады. Қазақстанда бұл аспаптарды кеңінен ұсынып отырған барлық әлемге танымал, GPS – жүйелерін жасап шығарушы фирмаларға Trimble (США), Leica Geosystem (Швейцария), Жапондық Topcon Positioning System, т.с. компаниялар жатады. Бұл компаниялар *NAVSTAR* жер серігінің сигналдары бойынша жұмыс істейтін бір жилікті (L1) және екі жилікті (L1+L2) қабылдағыштарын Қазақстанға ұсынуда. Соңғы кездері Trimble, Leica Geosystem және Topcon фирмалары ГЛОНАСС және *NAVSTAR* сигналдары бойынша жұмыс істейтін жер серігінің геодезиялық аспаптарын жасап шығаруда. Сонымен қатар, бұл аспаптарды *GALILEO* жүйелерінің сигналдарын қабыладуға бейімдейді.

GPS (*Global Position System*) – геодезиялық негіздерді құрудағы ең тиімді аспап болып табылады. GPS көмегімен орындалған геодезиялық өлшеулер дәлдігі, әмбебаптығы, жылдамдығы және үнемділігі, тиімділігімен кеңінен тарады. Бұл жұмыстардың орындау әдісінің классикалық геодезиялық өлшеулерден айырмашылығы бар. GPS өлшеуде арнайы ережелерді сақтаған кезде тиімді нәтижелерді алуға болады. GPS қабылдағыштарының ең басты ерекшеліктерінің бірі – ауа райының кез келген жағдайларында өлшеу жұмыстарын орындауға болады. Оптикалық аспаптардың кемшіліктерінің бірі – рейка/белгі/шағылдыру құралына дейінгі тікелей көрініс болмағанда жұмысқа жарамсыздығы, ал GPS үшін ондай қиыншылықтар туындамайды. Қабылдағыштармен 10-шақты шақырым аралықта өлшеулер жүргізе беруге болады. Қазіргі қабылдағыштар 1-2 батырмамен басқарылып жұмыс істеле беретіндіктен, оператордың арнайы дайындығының қажеті жоқ. Осы орайда экономикалық үнемділік артып, жеке персоналдардың саны төмендейді (GPS қабылдағыштары бір оператормен жұмыс орындайды).

GPS қабылдағыштармен бірге болатын программалардың көмегімен, өлшеу нәтижелерін өңдеп, алынған геодезиялық жүйелерді теңестіруге және пункт координаталарын келесі тахеометриялық түсірістерге есептеуге болады. GPS көмегімен жүргізілген геодезиялық жұмыс, сіздің еңбек өнімділігіңізді жоғарылатады. Нүкте координатасын анықтау кезінде басқа жалпы қолданылатын геодезиялық аспаптарға қарағанда **GPS**-пен сантиметрлік дәлдік деңгейін аласыз. **GPS**-пен геодезиялық жұмысты тәулік бойы істеуге болады, сонымен қатар нүктелер арасы көрінбеген жағдайда да жұмыс істеуге мүмкіндік туады.

11.1.1. GPS қысқаша шолу

GPS әскери және азаматтық пайдаланушылармен қолданылып басқарылатын кез келген нүкте орнын анықтайтын жерсеріктік навигациялық жүйе. Әрбір жер серігі ерекше сәйкестендіру коды бар радиосигналдар жібереді. Жер серігі бортындағы жоғарғы дәлдікті атом сағаттары, сигналдар мен кодтардың генерациясын басқарады.

GPS-ті басқару

GPS жердегі төрт станция көмегімен басқарылады, олар басты станция мен деректер ағынын басқаратын үш станса:

- станциялар жер серігін үздіксіз бақылап, ақпараттарды басты станцияға (береді) жібереді;
- басты станция жер серігі атом сағаттарының синхронизация түзетулерін есептеп, орбиталық ақпараттарды түзетеді (жер серіктерінің эфемеридасы);
- деректер ағынын басқаратын станция, басты станциядан алынаған деректерді пайдаланып, әрбір жер серігінен жіберілетін ақпараттарды жаңартады.

GPS-ті пайдаланушылар

GPS қабылдағышы бар кез келген тұтынушы GPS сигналдарын пайдалана алады. Алғашқы кездері GPS қабылдағыштары негізінен, орналасу орнын және навигацияны анықтау үшін қолданылады. Қазір GPS қабылдағыштары жер, аспан және теңіздегі әр түрлі тапсырмаларды шеше алады.

Әрбір жер серігі екі ерекше кодты жібереді.

Бірінші ең жай C/A кодтары (дөрекі).

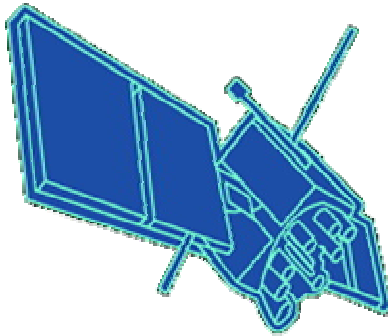
Екінші P коды (дәл).

Бұл кодтармен екі L_1 және L_2 толқындары модульденіп C/A және P-кодтарын тасиды, ал L_2 коды P-кодын тасиды.

GPS қабылдағыштары – бір және екі жиілікті болып бөлінеді. Бір жиілікті қабылдағыштары L_1 толқынын, ал екінші жиілікті L_1 және L_2 толқындарын қабылдайды.

Қазіргі таңда АҚШ GPS-ті жаңаландырып көпшілікке пайдалану мақсатында, L_2 жиілігіндегі жаңа L2C (Similar to CA Code on L_1) кодын, сонымен қатар жаңа үшінші L_5 жиілігін ұсынды

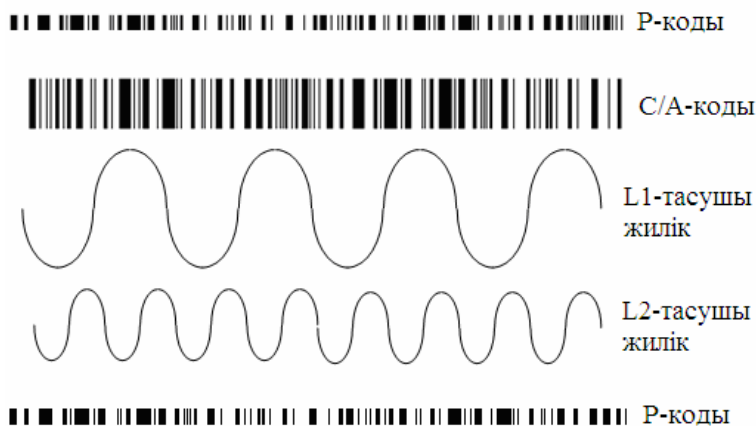
NAVSTAR жер серігінің жүйесі (Navigation Satellite Timing and Ranging, США). Жер серігінің радионавигациялық жүйеде 24 GPS жердің навигациялық жасанды серіктері (соның ішінде 3-уі резервте) бір-бірінен 60° -пен әрқайсысында 3–4 жер серігі бойынша жылжытылған 6 шеңбер маңындағы орбиталарда орналасады.



82-сурет. NAVSTAR жер серігі

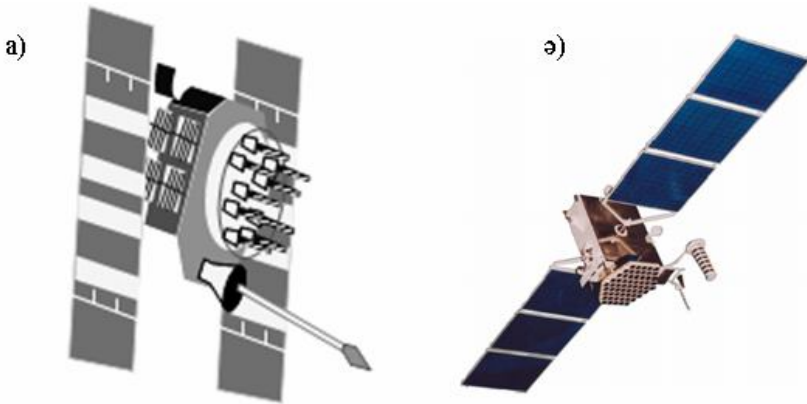
GPS-тің навигациялық жасанды жер серіктері орбиталарының биіктігі шамамен 20 200 км-ді құрайды. Айыну мерзімі 11 сағат 57 минут 58,3 с. Соңғы буын жер серігінің массасы 1044 кг. Қазіргі таңда орбитада екінші және үшінші буынның тең бөлінген 29 жер серігі орналасуда.

GPS жер серігі сигналдарының құралымы



83-сурет. GPS жер серігі сигналдарының құрылымы

ГЛОНАСС жер серігінің жүйесі (Ғаламдық навигациялық спутниктік жүйе, Ресей). ГЛОНАСС жүйесінің серіктері үш орбита жазықтарында, әрқайсысы 8 данадан, экватор жазықтығына 64,8 градусқа көлбеу бұрышымен орналасады. Шеңберлі орбитаның биіктігі 19 100 км, жер айналасындағы серіктердің айналу периоды 11сағ 15мин 44 с. Спутник массасы 1415 кг. Жұмыс істеудің есептеу мерзімі 3,5 жыл. Жүйедегі жердің навигациялық жасанды серіктерінің (ЖНЖС) жобалау саны – 24 жер серігі. 1982 жылдан бастап 74 ЖНЖС жіберілген болатын. Қазіргі, уақытта оның 18-сі жұмыс істейді. 2004 жылы Ресейдің ГЛОНАСС_К атты 6 жер серігі ұшырылды. Салмағы 750 кг, пайдалану мерзімі 10–12 жыл. Ол үшінші жиілікте жұмыс істейді.

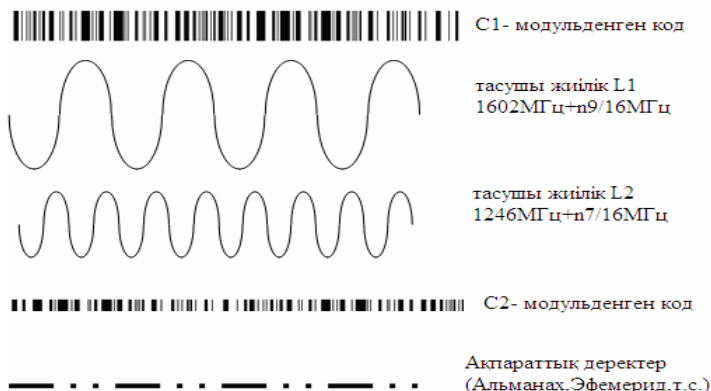


84-сурет. Жер серігі: а) – ГЛОНАСС; ә) - ГЛОНАСС К

Осылай ГЛОНАСС жер серігінің радионавигациялық жүйесі қазіргі уақытта даму сатысында. Сонымен қатар, берілген жүйе серігінің әрекет етуші шоқжұлдызы GPS жүйесінің ЖНЖС-мен бір қолданылады. Ол екі жүйенің де ЖНЖС сигналдарын қабылдауға есептелген пайдаланушы аппаратурасы (GPS қабылдағыштары) арқылы позициялаудың қолайлы жағдайын құруға мүмкіндік береді.

Барлық үш жүйенің ЖНЖС-нің радионавигациялық сигналдарын қабылдауға есептелген тұтынушы аппаратурасын құру, геодезиялық және навигациялық мәселелерді шешу мен нәтижелер дәлдігін жоғарылату сенімділігіне септігін тигізеді.

2005 жылдан бастап, Еуропа ғарыштық агенттігінің ЖНЖС-сі – Galileo ғарыштық сегменті өрістеді. Навигациялық ЖНЖС орбиталарының биіктігі мен олардың сандарын арттырды. Басқа да факторлар, жердің кез келген нүктесінде, кез келген уақытта және кез келген ауарайында нүкте орнын анықтау үшін ЖНЖС-ні қамту әрекетін ғаламдық етуге ЖНЖС-нің қажетті мөлшерінің радиокөрінушілігін қамтамасыз етті.



85-сурет. ГЛОНАСС жер серігі сигналдарының құрылымы

Осы кезде жаңа жүйелерде нүкте координаталарын анықтау дәлдігін күрт жоғарылатуға, сондай-ақ навигациялық мәселелердің бүкіл кешенін нақты уақыт аралығында шешуге мүмкіндік туады. Бұл ЖНЖС деректерін тұтынушылар санының едәуір өсуіне алып келді. Навигациядан бөлек координаталарды анықтау дәлдігін жоғарылату, жер серігінің технологияларын геодезияда, геодинамикада, топографияда, жерді алыстан зондтауда, геоақпараттық технологияларда, т.б. пайдалануға мүмкіндік береді.

11.2. Кодты және фазалық өлшеулер

Әрбір көрінетін жер серігіне дейінгі қашықтық анықталғаннан кейін, координаталар трилатерация әдісімен анықталады. Қашықтықтар кодтар мен фазалар бойынша анықталады. Жер серігіндегі кодтар арасындағы генерация мен оны GPS антеннасымен қабылдау, белгілі бір уақыт аралығында өтеді.

Осы уақыт аралығын, кодтау өлшеулері анықтайды. Егер оны жарық жылдамдығына көбейтсек, нәтижесінде жер серігіне дейінгі аралықты аламыз.

11.2.1. Геодезиялық GPS өлшеулердің концепциялары

Геодезиялық GPS өлшеуі үшін 4 немесе оданда көп жер серіктерін бір мезгілде бақылау қажет. Ол кем дегенде екі GPS қабылдағыштармен өлшенеді. Бірақ сіз екеуден көп қабылдағыштарды қолдана аласыз. Мысал ретінде базалық және ровер қабылдағыштарын қарастырамыз.

Базалық қабылдағыш өлшеу жұмыстарының барлық мерзімінде координталары белгілі геодезиялық пунктте орналастырылады. Ровер – анықталатын нүктелермен немесе нүктені қағаз бетіне түсіретін процесте қолданылады. Осы екі қабылдағышпен алынған деректерді біріктірудегі нәтижесі, базалық және ровер арасындағы кеңістіктік вектор болып табылады.

Базалыққа қатысты ровердің орналасу жағдайын анықтау үшін әр түрлі өлшеу әдістерін қолдануға болады. Бұл әдістер өлшеуді орындауда ұзақтылығымен ерекшеленеді:

- нақты уақыт аралығында өлшеу үшін радиомодем қолданылып, ол база деректерін роверге жібереді. Ал нәтижелерді тікелей далалық жұмыста аласыз;
- «өңдеуден кейін» өлшеу әдісі далалық жұмыста деректерді жазуды талап етіп, офистік компьютерде өңделеді.

Негізінен, әдістерді таңдау көптеген факторларға байланысты, оларға: қабылдағыштың конфигурациясы, қажетті дәлдік, нақты уақыт аралығындағы нәтижелерді алу қажеттілігі және уақыттың шектеулігі жатады.

11.2.2. GPS өлшеулердің әдістері

Кинематикалық және дифференциалдық әдістер – нақты уақыт аралығында өлшеуге арналған.

11.3. Кинематика

Кинематикада «Stop&Go» төрт немесе одан да көп жер серіктерінің фазалық өлшеулерін жалпы ровер мен база үшін

қолданады. См-лік, деңгейдегі дәлдікті алу үшін алдымен өлшеуді инициализациялау қажет.

Инициализация әр түрлі тәсілдермен жүргізіледі:

- бір жылікті қабылдағыштарды қолдану кезінде роверді координаталары белгілі пунктке орнатып, өлшеулерді инициализациялап немесе арнайы штанганы қолданады. Инициализациялауға арналған штанга, тұрақты жасанды базалық сызықты құрайды;
- нақты уақытта екі жылікті қабылдағыштарды қолдану кезінде, анықталатын нүкте немесе координатасы белгілі пункт үстіне роверді орнатады. Егер ровердің «On-The-Fly» (OTF) инициализациялау мүмкіндігі болса, антенна жалпы бес жер серігімен байланысып, инициализация ровердің орнын ауыстырғанда жүреді.

Егер жұмыс барысында жалпы жер серігі саны төрттен аз болса, онда өлшеу жұмыстарын қайтадан инициализациялау қажет.

11.3.1. Дифференциалды өлшеулер

Дифференциалды өлшеу әдістері, кодталған GPS өлшеулерінде (C/A-код) координаталарды анықтау үшін қолданылады. Дифференциалды өлшеулер үшін жер серіктерін үздіксіз бақылаудың қажеті жоқ. Нәтижелердің дәлдігі, шамамен 1м құрайды. Дифференциалды өлшеулерге бір немесе екі жылікті қабылдағыштарды қолдануға болады.

11.3.2. Жылдам статика

Жылдам статика бұл әдісте, жұмыс соңында нәтижелер офисте өңделіп, сантиметрлік дәлдікті қамтамасыз етеді. Базалық сызықты алу үшін (8-30 мин) 8 мин аралығында бұл әдіс тасушы фазалық өлшеуді пайдаланады. Қажетті уақыт қабылдағыш түріне, базалық қашықтық ұзындығына, байқалатын жер серігі санына және оның геометриясына байланысты (аспан сферасындағы орналасқан жер серіктері).

Статиканы жоғарғы дәлдіктегі өлшеулерде қолданады, бірақ стансадағы жұмыс уақыты шамамен бір сағатты құрайды. Жылдам статика – статиканың туындысы және озық аппараттар мен программалар жүйесінің нәтижесі болып табылады. Жылдам статикамен өлшеу үшін 1 және 2 жылiкті қабылдағыштарды қолдануға болады. Геодезистер GPS-ті тірек жүйелерін, топографиялық түсірістерді мен бөлу жұмыстарын дамытуда қолданады.

11.4. GPS – тің жұмыс істеу тәртібі

GPS негізгі жүйесін бес негізгі пунктке бөлуге болады:

- жер серігінің трилатерациясы – жүйе негізі;
- жер серігімен қашықтық өлшеу – жер серігіне дейінгі ара қашықтықты өлшеу;
- дәл уақытпен байланыстыру – қабылдағыш пен жер серігінің сағатын сәйкестендіру;
- жер серігінің орналасуы – ғарыштағы жер серіктерінің дәл орналасуын анықтау;
- қателіктерді түзету – тропосфера мен ионосферадағы енгізілетін қателерді ескеру.

Уақытпен дәл байланыстыру

Жоғарыда аталып өткендей, есептеулер тікелей сағат жүрісінің дәлдігіне байланысты. Кодтар жер серігі мен қабылдағыштарда бір уақытта генерациялануы қажет. Жер серігінде атом сағаттары орналастырылған, оның дәлдігі бір наносекундты құрайды. Бірақ, әрбір GPS қабылдағышына аталмыш сағатты орнату өте қымбатқа түседі. Сондықтан қабылдағыш сағатының жүріс қателігін жою үшін өлшеуді 4 жер серігінен жүргізеді. Бұл өлшеулерді қателіктерді жоюға қолданады. Ол қателер жер серігі және қабылдағыштағы сағаттың синхрондалмағандығынан болады.

Егер жер серігіндегі және қабылдағыштағы сағат жүрісінің дәлдігі бірдей болса, онда ара қашықтықты екі жер серігінің көмегімен дәл анықтауға болады. Егер өлшеулер үш жер серігінен орындалса, онда барлық сағаттар дәл.

Үшінші бағыттағы өлшемдер қажет болған жағдайда, қабылдағыштағы сағат жүрісінің қатесін жою үшін 4 жер серігі қажет. Сонымен, далада жұмыс істеу кезінде, объектінің үш бағыттағы координаталарды анықтау үшін кемінде 4 жер серігі қажет.

11.5. Қателерді түзету

GPS-пен жұмыс істеу кезіндегі кейбір қате көздерін жою қиынға түседі. Есептеулер барысында белгілі болған сигнал жарық жылдамдығына тең жылдамдықпен үздіксіз тарайды. Жарық жылдамдығы тек қана вакуумде тұрақты (константа). Сигнал ионосфера мен топосфера қабаттарынан (130-290 м биіктіктегі, бөлшектермен зарядталған қабат) өткен кезде, оның таралу жылдамдығы мен аралық өлшеу дәлдігі төмендейді. Қазіргі жетік GPS қабылдағыштарында осы қателіктерді ескеретін көп мүкіншіліктері бар алгоритмдер қолданылады.

Кей кездері атом сағаттары мен жер серігінің орбиталарында қателіктер пайда болады. Бірақ, оларды бақылау станцияларында тиянақты бақылап отырады.

GPS көмегімен жұмыс кезінде көп сәулелі интерференцияның қателіктері пайда болады. Яғни, сигнал жер бетіндегі объектілерден шағылғанда, жер серіктерінен өтетін сигналдармен интерференцияны тудырады. Сигналдарды өңдейтін арнайы техникалар мен антенна конструкциялары, қате көздерін едәуір төмендетеді.

11.5.1. Өлшеу түрлері

Кейбір кодталған қабылдағыштар жер серігі сигналдарының фазаларын шектеулі өңдейді. Көптеген жаңа фазалық геодезиялық GPS қабылдағыштарында сантиметрлік дәлдік деңгейін бере алады. Бірақ, шектелген фазалық және кодталған өлшеулерді қолдану кезінде бір нүктедегі өлшеу процесі ұзақ уақытты талап етеді.

Жалпы фазалық өңдеу технологиялары кодтау

өлшеулеріне қарағанда дәл нәтиже береді. Дегенмен, өлшеу және өңдеу процесі кезіндегі мәліметтерді жинау процедурасы күрделенді. Бір нүктені өлшеу үшін 10 мин жоғары фазалық өлшеулер қажет.

11.5.2. Өлшеу интервалы

Дифференциалды коррекцияның дәлдігі, мәліметтерді жазу интервалына байланысты. Базалық станцияның файлын құру кезінде қысқа аралықтарды қолданған дұрыс. Жылжымалы қабылдағыш мәліметтерінің дифференциалды коррекциясын орындау кезіндегі маңыздысы – бір нүктедегі ұзақ уақыт бақылау параметрлері болып табылады. Мысалы, ұзақ уақыт аралығында жазылған бақылаулар, қысқа уақыт аралығында жазылған бақылауға қарағанда жоғары дәлдікті береді.

11.5.3. Базалық станса

Базалық файлға жазылған жерсеріктік өлшеу мәліметтері, дифференциалды коррекцияға әсер ететін негізгі ақпарат. Бұл өлшеу ақпараты әр түрлі жазылады. Яғни, әр жер серігіне фаза туралы ақпарат жеткізіледі. Оның жазу аралығы 1-ден 15 сек дейінгі диапазон аралығында болуы мүмкін. Бірақ өлшемдер 3 сек бір реттен жиі жазылса, қажетті дәлдікті бермейді. Осы кезде фаза көлемі тез арада ұлғая бастайды. Базалық станцияда жазу үшін ұсынылатын аралық (жалпы көпшілік тапсырмаға) 5 сек құрайды.

Дифференциалды коррекцияны орындайтын программа, “жалған қашықтық” өлшеулері мен фазаларды жеке өңдейді.

Жер серігі сигналының фаза бойынша жазу интервалы 1-15 сек арасындағы ауқымда болуы қажет. Ең қысқа жазу интервалы файл көлемін ұлғайтады. Базалық станциядағы жазу интервалы (көптеген тапсырмалар үшін) 5 сек құрайды.

11.6. Геодезиялық жер серіктері және навигациялық GPS құрал-жабдықтары

11.6.1. 4600LS Trimble

Бір жиілікті 12 каналды GPS қабылдағышы қысқа және орташа базистік аралықтарда топографиялық түсірістерді, геодезиялық жүйелерді жиілетуге және дамыту жұмыстарын орындауға арналған. 4600LS аспабы қолдануға өте қолайлы, сенімді, әрі тиімді. GPS қабылдағышымен антеннасы бір қорапқа біріктіріліп, оның салмағы 1,7 кг құрайды. Кабельдік жалғаулардың жоқтығы, аспаптың жұмыс істеу қабілетін жоғарылатады. Қабылдағыш бір батырма мен басқарылады, ал үш жарық – диодты индикатор, статикалық және жылдам статикалық бақылау режимінде түсірісті бақылауға мүмкіндік береді. Сыртқы зат әсерінен, қабы сумен ылғалдан және кез келген климаттық, ауа райы жағдайларынан қорғалған (жаңбыр, қатты аяз - 40°C, т.б.).

19-кесте

4600LS Trimble – техникалық сипаттамалары

Канал саны		12 жиілігіндегі L1 (код, фаза)
Деректерді жазу		ішкі жады 1 Мб
Коммуникациялық порттар		1 тізбектелген
5 және оданда көп жер серіктеріне өлшеу дәлдігі		
Статика, жылдам статика	Пландағы Пландағы Биіктік бойынша	5 мм + 1 x 10 ⁶ D (ұзындығы 10 км-ден кем) 5 мм + 2 x 10 ⁶ D (ұзындығы 10 км-ден жоғары) 10 мм + 2 x 10 ⁶ D
Жұмыс істеу температура, °C		40° - +65°

11.6.2. Trimble TS 5700 GPS қабылдағышы

TTS 5700 – модульды екі жиілікті 24 каналды GPS және WAAS/EGNOS жүйесі, нақты уақыт арлығындағы дәл геодезиялық жұмыстарды орындауға арналған. Жоғарғы өлшеу дәлдігімен, сенімділігімен, қолайлылығымен және жеңіл, аз энергия тұтынуымен (2,5Вт) ерекшеленеді. TTS 5700

қабылдағышы екі жиілікті құрал-жабдықтар класында ең танымал. Қабылдағыш екі Li-Ion аккумуляторлық батареялардан электр энергиясын тұтынады. Оның жұмыс істеу қабілеті шамамен 10 сағатты құрайды. Сыртқы қабы толығымен герметизацияландырылып, сыртқы әсерлерден сақтандырылғандықтан, оны күрделі климаттық жағдайларда қолдануға болады.

Базалық қабылдағыш қосымша сыртқы аккумуляторлық 12В батареясымен қамтамасыз етілген. Қабылдағыштың басқару батырмалары және жарық диодты индикаторлар алдыңғы панельге орнатылып, кейбір жағдайларда кинематикалық түсірістерді контроллер қолданбай жүргізуге мүмкіндік береді. Қабылдағыш жиынтығында екі GPS антеннасы қолданылады: базалық қабылдағышқа жоғарғы дәлдікті *Zephyr Geodetic* антеннасы және жылжымалы қабылдағышта *Zephyr* антеннасы бар. Олар фазалық орталықтың тұрақтылығы және әлсіз жер серіктік сигналдарға сезімталдығымен сипатталады. *Trimble Stealth* технологиясы өлшеу нәтижелеріне әсер ететін кедергілерді төмендетеді. Осы антенналарды қолдану барысында анықталатын координаталар, м-лік дәлдікпен есептеп шығаруға мүмкіндік береді.



86-сурет. Trimble TS 5700 GPS қабылдағышы

eRTK жаңа технологиясының басты ерекшелігі – TTS5700 аспабы соңғы жасалған сымсыз құрал-жабдықтар коммуникациясы саласына негізделіп, ұялы телефондар жүйесі және радиомодемдермен жұмыс істеуге бейімделген. eRTK технологиясы бірнеше базалық станцияларды бір мезгілде қолдануға мүмкіндік береді, ал “Virtual; reference Station” функциясы 3750 км-ден астам алаңдағы жұмысты қажетті дәлдікте қамтамасыз ете алады.

20-кесте

TTS 5700 техникалық сипаттамасы

Каналдар саны	24 жиілігі L1 и L2 (код, фаза), WAAS/EGNOS
Деректерді жазу	128 Мб Compact Flash жад картасы
5 және одан жоғары жер серігіндегі өлшеу дәлдігі (өңдеуден кейін)	
Статика, пландағы	5 мм + 0,5 x 10 ⁶ D
Биіктік бойынша	5 мм + 2 x 10 ⁵ D
DGPS режимі	
пландағы	0.25 мм + 1 x 10 ⁵ D
биіктік бойынша	0.50 мм + 2 x 10 ⁵ D

«Кинематика алдын ала өңдеу» режимінде немесе RTK жұмыс істеу үшін үш түрлі *Recon (тек қана PP Static & Kinematic)*, *TSC2* немесе *ACU (PP & RTK)* контроллерлермен жұмыс істеуге болады.

Trimble 5700 GPS қабылдағышынан деректерді шығару немесе енгізу үшін арнайы *Trimble Geomatics Office*, *Trimble Total Control* немесе *Terramodel* программалары қолданылады.

Стандартты Trimble Total Station 5700 жүйесінің жинағына *TSC2* контроллер (*Survey Controller* программасы орыс тілінде), GPS антеннасы, *Trimble Geomatics Office™* программасы және барлық қажетті кабельдер, құрал-жабдықтар кіреді.

Trimble Total Station 5700 қабылдағышы барлық кең ауқымды геодезиялық түсірістерге, оның топографиялық, геофизикалық қималарды бөлу, жер бөлу, геодезиялық тораптарды толықтыру, т.с.с. жұмыстарда қолданылады.

GNSS жүйесінің Trimble R7 – бұл бір қорапта жинақталған

көп каналды, көп жилікті GNSS қабылдағышы мен қысқа толқынды (УКВ) радиомодем.

Trimble - Track технологиясы – бұл ғаламдық жерсеріктік навигациялық жүйесінің жаңа буыны (GNSS).

Trimble R7 GNSS қабылдағышында жаңартылған RTK процессорлы *Trimble R-Track* технологиясы қолданылады. Ол модернизацияланған GPS-тің L2C және L5 және де ГЛОНАСС жүйесінің сигналдарын қабылдайды.



87-сурет. Trimble R7 GNSS жүйесінің технологиясы: а) – базалық станция: 1-антенна; 2-қабылдағыш; ә) – Далалық ровер: 1-антенна; 2-контроллер; 3-қабылдағыш; 4-радиоимodem антеннасы

GNSS жүйесіндегі Trimble R7 *Integrated Surveying* технологиясын қамтыған. *Trimble Survey Controller*

программалары GNSS технологиясының файлдарымен тахеометр деректерін біріктіріп, *Trimble Business Center* программасына өңдеу үшін дайындайды.

Trimble Zephyr Geodetic 2 антенны база ретінде қолдану кезінде сигналдардың жан-жақтан шағылысуын төмендетіп, өлшеу нәтижелерінің дәлдігін арттырады.

Trimble Zephyr 2 антеннасымен *Trimble R7* GNSS жылжымалы қабылдағышы ретінде қолданылады. Сонымен қатар, *Trimble R7 GNSS* аспабы *Trimble TSC2* контроллерімен сымсыз қосылуына байланысты, *Bluetooth* модулімен жабдықталған.

11.6.3. Trimmark 3 Trimble радиомодемі

Trimmark 3 радиомодемі GPS - құрал-жабдықтарымен бірге қолдану үшін жасалған. Аспап әр түрлі климаттық және ауа райы жағдайына бейімделіп жасалған. Жоғарғы дәлдіктегі GPS түсірістерді орындау кезінде радиомодем дифференциалды түзетулерді береді. Trimmark 3 шығаратын үш қуат режимі бар: 2, 10 және 25 Вт. Жоғарғы қуатты режимде (25 Вт) жұмыс істеу кезінде деректер радиоканал бойынша 15 км-ге дейін қашықтықта таратылады (ауа райының қолайлы жағдайында).

Trimmark 3 радиомодемі базалық, роверлі модем, ол ретранслятор ретінде жұмыс істейді. Ретранслятор 5–8 км аралықта жұмыс істейді. TRIMMARK 3 жұмыс істеу кезінде деректерді тарату немесе қабылдауда Trimble 4700, 4800 немесе 5700 GPS қабылдағыштарымен жұмыс істей береді. Сонымен қатар, ішкі радиомодем роверлік қабылдағыш ретінде пайдаланылады. TRIMMARK 3 толығымен TRIMMARK Пе радиомодеммен қатар жұмыс істей береді. Сол сияқты ол WinFlash программасының көмегімен оңай реттеледі. Аспап далада *Trimble Survey Controller* программасының қамтылған контроллер көмегімен тез жұмыс бабына келтіріледі немесе радиомодемде орнатылған бақылау (контрольды) панелімен орындалады.



88-сурет. 5700 сериялы GPS қабылдағышы мен радиомодем

11.6.4. LEICA GPS1200

LEICA GPS1200 – жаңа перцизиондық GPS процессорының, RTK режиміндегі мәндердің бірдей болмауын тез шешудің жаңа алгоритмдерінің барлығы. Ал қоршаған орта әсерінен сақтаудың әскери стандарттарына сай болуы – бұл GPS жабдықтарын кез келген жағдайда әр түрлі геодезиялық жұмыстарды орындауға мүмкіндік туғызады.

Программалық қамтамасыз етілуі: жұмысқа дайындау, мәліметтерді беру, орындаған жұмыстарды график түрінде бейнелеу, түсіріс тораптарын теңдестіру, координаталарды әр түрлі жүйеге көшіру, нәтижелерді түрлі жүйеге, мысалы ГАЖ-ға шығару (89-сурет).



89-сурет. LEICA GPS1200 сериясының кешені

SKI Pro – GPS мәліметтерін өңдеу мен сақтаудың ең жоғарғы дәрежеде автоматтандырылған программа пакеті болып есептеледі.

■ *GPS технология SmartTrack* – GPS1200 қабылдағыштарының SmartTrack технологиялық процессоры 1 сек ішінде көрініп тұрған жер серіктерінен сигнал ала алады. Сонымен қатар, жер серіктерінің биіктіктері ең кіші бұрыштарымен бақылауға, басқа жер серіктер қабылдағыштары жұмыс істей алмайтын жағдайларда, мысалы ағаштың түбінде немесе жарық сәулелері көп жағдайда өлшеуге мүмкіндік береді. Әлбетте, бұл GPS өлшеулерінің өнімділігіне кепілдік береді.

SmartTrack – технологиялық антенна пішіні кіші болса да, SmartTrack технологиялық жаңа антенна дәлдігі жоғары сигналдары алуды қамтамасыз етеді (90-сурет).

■ *SmartCheck - 30км RTK режимі*

RTK режимінде өлшеулер (нақты уақыттағы кинематика) бұрынғыға карағанда ең жылдам, дәл және сенімділігін көрсетті. SmartTrack технологияларымен алынған SmartCheck өлшеулерді 1 см дәлдікпен өңдейді. 30 км-ге дейінгі және одан да жоғары сызықтарды 20 Гц жиілікпен өлшеуге болады. Өлшеулер бірнеше секундта жүргізіледі. Түсірістер қолданылмаған RTK режимінде ағаштардың түбінде де жүргізіле береді.



90-сурет. а) Штативке орнатылған базалық станция: 1 - антенна; 2 - трегер; 3 - радиомодем; 4 - контроллер; 5- қабылдағыш (GPS1230);
б) қадаға орнатылған далалық ровер: 1-антенна; 2- контроллер; 3- қабылдағыш; 4 - радиомодем; 5 - қада

Алынған барлық нәтижелерді тахеометр ішіндегі мәліметтердің толықтығын мониторинг жүргізу жүйесі тексеріп отырады.



91-сурет. SmartTrack технологиялық антеннасы

GPS1200 тахеометріндегі *SmartTrack* көптеген GPS жүйелері үшін жоғарғы дәлдікті нәтижелер алуға мүмкіндік береді. Антенна ылғалдан қорғалған, жеңіл және сенімді.

GPS1200 қабылдағыштары			
GX1230	GX1220	GX1210	GRX1200 Pro
▪ Әмбебап қабылдағыш барлық типтерге арналған ▪ 12 L1 + 12 L2 ▪ Деректерді жазу ▪ RTK және DGPS толығымен қамту ▪ Мобильді немесе базалық станция ретінде қолданылады	▪ деректерді жазу ▪ 12 L1 + 12 L2 ▪ Опция: DGPS	▪ деректерді жазу ▪ 12 L1 ▪ Опция: DGPS	▪ CORS қабылдағышы базалық станция ретінде жұмыс істейді ▪ Жазу, RTK & DGPS ▪ Компьютерлік желі арқылы жазу

11.6.5. Торсон GB-1000 қабылдағышы

Модульды TOPCON технологиясы бойынша орындалған 40 каналды 1 және 2 жилақты (L1, L2) және (Glonass/Navstar) жиынтығының қабылдағышы.



92-сурет. Штативке орнатылған Торсон GB-1000 қабылдағышы

Сұйық кристалды дисплейі мен жер серіктер шоғырын, қабылдағыш статусын, RTK режиміне ауыстыру және статика режимінде басқарып, бақылауға арналған панелі бар. Compact Flash жад картасына арналған «слот» және USB, serial, Ethernet порттарымен қамтылған. LAN, VAN, internet байланыстырының барлығымен жұмыс істейді.

11.6.6. Topcon HiPer

Жоғарғы дәлдікті және тез өлшеулерге арналған Topcon фирмасының геодезиялық HiPer сериялы 40-каналды GPS+қабылдағышы.

Бұл аспаптар ішкі радиомодем және антеннамен кешенді түрде жинақталады. Статикалық түсіріске бір жылікті қабылдағыш қолданып, оны екі жылікті жүйеге толықтыруға, сонымен қатар сыртқы модеммен RTK режиміндегі түсіріске пайдалануға болады.

Сымсыз Bluetooth интерфейсі далалық жұмыс кезінде қолдануға өте тиімді.



93-сурет. Topcon HiPer қабылдағышы

ГЛОНАСС режимі. Бұл режим өлшеу жылдамдығын, сенімділігін және нәтижелерінің дәлдігін жоғарылатады.

22-кесте

HiPer қабылдағышының техникалық сипаттамасы

Модель	HiPer+ L1	HiPer+	Hiper XT
Спутниктік каналдар			
Қабылдағыш түрі	40 каналды GPS + қабылдағыш		
Саны(стандартты)	40 GPS L1 (20 GPS L1 + L2 Cindirella)		
Саны(опционалды)	GD (20 GPS L1 + L2) GG (20 GPS L1 + ГЛОНАСС), GGD (20 GPS L1 + L2 + ГЛОНАСС)		
Іздейтін сигналы	GPS/ГЛОНАСС L1+L2 C/A код және тасушы		
Өлшеу режимі	Статика, Жылдам статика, Кинематика ПП, RTK		
GPS антенна	GPS/ГЛОНАСС		
Дәлдік сипаттамасы			
Статика (план)	3 мм + 0,5 мм/км (L1+L2) 5 мм+1,5 мм/км (L1)		
Статика (биіктік)	5 мм + 0,5 мм/км (L1+L2) 10 мм + 1,5 мм (L1)		
Кинематика (план)	10 мм + 1 мм/км (L1 + L2)		
Кинематика (биіктік)	15 мм + 1,5 мм/км (L1 + L2)		
Жер серіктерін ұстау уақыты			
Салқын кезде қосылу	< 60с		
Жылы старт	< 10с		
Белгілі нүкте бойынша	< 1с		
Интерфейс және байланыс			
Интерфейстік порттар, RS-232	2 (жылдамдығы 460 800 бод дейін)		4 (жылдамдығы 460 800 бод дейін)
Жадыс және деректерді жазу			
Ішкі жад	До 128Мб дейін (1Гб тапсырыс бойынша)		

22-кестенің жалғасы

Деректерді жазу жиілігі	Секундына 20 рет (20Гц)		
Басқару			
Пайдаланушының интерфейсі	3 индикатор	4 индикатор	
Басқару	3 батырма		
Сырттан басқару	FC-100, FC-2000 контроллерлері немесе басқа жасаушылардан		
Радио			
Радиомодем	Жоқ	Rx (400 – 470МГц)	Rx/Тх (915МГц)
Радиомодем күші	-		2Вт дейін
GSM и CDMA модем	Жоқ	GSM (HiPer + GSM) конфигурациясында	GSM
Bluetooth	Жоқ	ver 1.1 comp	

11.6.7. FC-2000 Контроллер

FC-2000 TOPCON компаниясының жаңа далалық контроллер-жинағышы. FC-2000 жоғарғы жылдамдықтағы Intel PXA255 X-Scale 400 МГц процессор негізінде жасалған. TopSURV программасы TOPCON жер серіктік қабылдағыштары мен электрондық тахеометрлерінің барлық түрінде қамтылған.

TopSURV модулі:

- Total Station – дәстүрлі тахеометрлері;
- Robotics – роботталған тахеометрлер;
- GPS+ - GPS/ГЛОНАСС қабылдағыштары;
- mmGPS - mmGPS технологиясы;
- roading – жол жұмыстары;
- түрлі-түсті контрасты экран;
- жоғарғы жылдамдықты микропроцессор 400 МГц;
- толықтырылған клавиатура;
- Bluetooth™;
- ауыспалы жад картасы Compact Flash;
- 2 COM порт және USB;

- ауыспалы Li-Ion батареи (Handy-cam).



94-сурет. FC-2000 Контроллері

FC-100 Контроллері

FC-100 FC-2000 TOPCON компаниясының жаңа далалық контроллер-жинағышы. FC-2000 жоғарғы жылдамдықтағы Intel PXA255 X-Scale 400 МГц процессор негізінде жасалған. TopSURV программасы TOPCON жерсеріктік қабылдағыштарының және электрондық тахеометрлерінің барлық түрінде қамтылған.

TopSURV:

- Total Station – дәстүрлі тахеометрлері.
- Robotics – роботталған тахеометрлер.
- GPS+ - GPS/ГЛОНАСС қабылдағыштары.
- mmGPS - mmGPS технологиясы.
- Roading – жол жұмыстары.
- түрлі-түсті контрасты сенсорлы экран.
- жоғарғы жылдамдықты микропроцессор 400 МГц 64MB ОЗУ.
- толықтырылған клавиатура.
- Bluetooth™.

- ауыспалы жады картасы Compact Flash.
- 2 COM порт және USB.
- ауыспалы Li-Ion батареясы (Handy-cam).



95-сурет. FC-100 контроллері

23-кесте

FC-100 контроллерінің техникалық сипаттамасы

Параметрі	Сипаттамасы
	Ішкі
Микропроцессор	Intel PXA255 Xscale
Процессор жиілігі	400 МГц
Операциялық жүйе	Windows CE.NET 4.2
Жад	Eboot: 512 Мб SDRAM 32 Мб ROM: 64 Мб
RAM жадында сақтауы	<20 секунд
	Сырты
Дисплей	QVGA түрлі-түсті TFT, 240 x 320 пиксель
Артқы жарық түсіретін жері	Жарық диодты жарық түсіру
Дыбыс	Ішкі динамик, герметикалық микрофон
	Интерфейс
Тізбектелген	RS- 232C (D-sub 9). USB (тип B mini) ver.1.1
USB	Тип B mini Ver1.1
SD Media	Иә

23-кестенің жалғасы

Compact Flash	1 x Type I/_ (Жады және I/O Card)
Басқару және енгізу	6 батырма жойстик, сенсорлы дисплей
Сыртқы ортадағы жағдайы	
Пайдалану температурасы	-20 ⁰ С-тан+60 ⁰ С-қа дейін
Сақтау температурасы	-30 ⁰ С-тан +60 ⁰ С-қа дейін

11.8. Garmin навигациялық GPS қабылдағыштары

11.8.1. eTrex-тің навигациялық GPS қабылдағышы

eTrex-тің навигациялық GPS қабылдағыш сериялары (12 каналды GPS-тары), шағын, жайлы және қолдануға қолайлы. Қабылдағыштың басқару батырмалары қабының қырында орналасып, бір қолмен жұмыс істеуге қолайлы және қол мен дисплейге кедергі жасалмайды. AA типті екі батареясы үздіксіз 18 сағат бойы жұмыс істеуге мүмкіндік береді. eTrex сериялы барлық қабылдағыштар “Trac Back” функцияларымен қамтылған. Ол қажет жағдайда кері бағытта маршрут жасап, бастапқы нүктеге қайтып оралады. 12 параллельді каналдар тұрғылықты жерде тез бағыттауға және жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Стандартты жинаққа: 12 каналды қабылдағыш, енгізілген портативті антенна және қолдану нұсқаулары кіреді.

eTrex Legend қабылдағышының *Etrex* және *Etrex Summit* модельдерінен айырмашылығы, аспаптың іске қосу бөлігі 5 Click Stick – қалыпты жағдайынан тұрады да, онымен жұмыс істеуде аспап өте қарапайым, әрі қолайлы. Қабылдағыштың ішкі жадында әлем картасының ақпараты орнатылған. Оның құрамын жалпы бағыттағы ақпараттар құрайды: өзен, көл, теңіз, қалалар, саяси шекаралар, негізгі жолдар. Сонымен қатар, etrex Legend картографиялық ақпараттарды енгізуге арналған қосымша 8 Мб жадымен қамтылған.

Аспап жиынағында: 12 каналды қабылдағыш пен электронды компастар, құрамындағы портативті антенна, қолға киілетін жіп, eMap нұсқауы болады. Аспап салмағы 190 г, үлкен сұйық кристалды дисплей, пішіні 4,3х5,6 см.

ЕМар құрамына қала, ірі өзендер, көлдер, барлық елдердің көлік жолдары, сонымен қатар Ресей және ТМД елдері туралы ақпараттар енгізілген. АА типті екі батареямен 12 сағат бойы жұмыс істейді. Аспап жиынағына: 12 каналды қабылдағыш, халықаралық картографиялық деректер, оның құрамында негізгі қалалар, өзен мен көлдер, портативті антенна, қол бауы, қолданушы нұсқаулары кіреді.

11.9. Garmin GPSMAP 176C/176/276 серияларының GPS қабылдағыш навигаторлары

Garmin GPSMAP 176C қабылдағышы – жартылай стационарлы теңіз навигаторы ретінде жасалған. Бұл аспапты әмбебап жартылай стационарлы-картплоттер ретінде, теңіз кемесінің капитандарына және автомобилистерге ұсынуға болады. Жоғары сапалы үлкен түрлі-түсті экранмен қамтылған.

11.9.1. Картографиялық мүмкіндіктері

Garmin GPSMAP 176C навигаторлары үш түрде Америка, Еуропа және Азия үшін енгізілген 10-милді көлік жолдарының картасымен шығарылуда. Соңғы кездері бұл аспапқа Қазақстан аумағының картасы енгізіліп, көптеген тұтынушылар кеңінен қолдануда.

Аспаптың ең бір ыңғайлы жағы, жаңадан енгізілетін қосымша картографиялық деректер GPS қабылдағышының ішкі жадына емес, ауыстырмалы картриджке (*MemoryStickPROD/card*) жазылады. GPSmap 176 және 176C навигаторлары үшін 8, 16, 32, 64, 128, 256 МБ немесе одан да жоғары көлемдегі *MemoryStickPROD/card* картаны алуға болады. Бұл жадқа көптеген деректері бар карталарды, аспап стандартында MapSource, теңіз карталары BlueChart, сонымен қатар MapSource MetroGuide және Points of Interest дискілерінен координаталар және қонақ үй, ЖМС (АЗС), асхана, дүкен, т.б. көптеген қажет, әрі қызықты деген объект деректерін (мекенжай, телефон, т.б.) енгізуге болады. GPS қабылдағышына

немесе ауыстырылатын MemoryStickPROD/card қосымша карта енгізгенде, аспаптағы картографиялық деректер (Basemap) жоғалмайды.



96-сурет. Жерсеріктік Garmin навигаторлары:

а) 1 - растау пернесі; 2 - маршрутты бағыттау; 3 - меню; 4 - бір түсті дисплей және маршрутты көрсету көрінісі; ә) GPSMAP 176C: 1- іске қосу және жарықтандыру пернесі; 2 - навигациялау пернесі; 3 - маршрутты бағыттау; 4 - дисплейдегі көріністі жақындату; 5 - дисплейдегі көріністі алыстату; 6 - антенна; 7 - көрініс беттерін парақтау; 8 - функцияны растау; 9 - дисплей және ондағы карта көрінісі

11.9.2.Қолдану саласы

Алғашқы кездері GARMIN GPSmap 176C қабылдағыштарын теңізге ғана арнап шығарған еді. Қазіргі кезде бұл GPS навигаторларының танымалдығы автомобилист араларында біршама артты. Сонымен қатар, GPS қабылдағышын портативтің навигатор ретінде де қолдануға болады. Ол пішіні жағынан өте ыңғайлы, қалтаға салып жүруге болады (96, ә-сурет).

GPSmap 176 навигаторларының сериясы өте әмбебап. GPSmap 176 навигаторларының сезімталдығы GPS V

қабылдағышына ұқсайды. Бірақ GPS II Plus және GPS III Plus навигаторларына қарағанда жұмыс істеу қабілеті, мүмкіндігі төмен.

22- кесте

GARMIN GPSmap навигаторының техникалық сипаттамасы

Қабылдағыш түрі	12 канал
Нүкте саны (Waypoints)	3000 атымен 10 символдан, икондар және ақпаратпен
Маршрут саны (Routes) / маршруттағы нүкте	50/50
Сақталған траекторий (Tracks) саны	15 +
Жол журналындағы нүкте сыйымдылығы (Tracklog),	2500
Картографиялық деректер базасы	Енгізілген әлем картасы, Еуропаның 10-мильді автожол картасымен (сонымен қатар РФ батыс жағы), Mapsource CD пайдалану және BlueChart картридж
Қосымша картографиялық опциясы	Тек 8, 16, 32, 64, 128 немесе 256 МБ жады картриджын салған соң
Жады, Мб	8, 16, 32, 64, 128 немесе 256 МБ жад картриджы қосымша алынады
Экран түрі	LCD 16 түс
Экран пішіні (биіктік x ені), пикс.	240x320
Экранды жарықтандыру	Көп деңгейлі
Қосымша антенна қосу мүмкіндігі	сыртқы антенна немесе BNC тетікті антенна
Кері жолды іздеу функциясы TracBack	+
Судан қорғануы	IPX7
Автономды жұмыс істеу уақыты, сағ.	2-16 (4 AA типті батарея)

11.9.3. GARMIN GPS - тар 176C навигаторының қосымша параметрлері

Жол компьютері: екі одометр, ағымды жылдамдық, орташа қозғалу жылдамдығы, максималь жылдамдық, жолдағы жалпы уақыт, жүрістегі уақыт, тұрақтау уақыты, т.б. Аспап судан қорғалған, су астында ұзақ уақыт жатады (стандарт IPX7). Экран жарықтандырылады. Жүрген орнынан барған жерде, бағыттан ауытқығанда, қажетті нүктеге жақындағанда, биік және төмен жерде дыбысты сигнал шығарады. WAAS және USCG дифференциалды сигналдарын қамтиды. "Человек за бортом!" функциясымен (GOTO конкасын ұзақ ұстаған кезде) қамтылған. Деректі тиімді меңгеру үшін экрандағы «үлкен сандар» режимінде жұмыс істеу мүмкіндігі бар. Енгізілген кесте тізбегінде: жыл, күннің шығуы және батуы; судың жиналуы және тартылуы; күн және айдың нақты уақытта орналасуы, орны, балықшыларға және аңшыларға арналған күнтізбе. Бұл күнтізбе осы ендікте қандай уақытта балық аулауға және аңға шығуға болатыны жайлы теориялық мәліметтерді бере алады. Жұмыс жағдайына шығу: «жылы старт» – 15 секундқа дейін, «суық старт» – 45 сек-қа дейін, AutoLocate режимі – 2 мин дейін. Деректерді жаңарту – сек 1 рет.

11.9.4. GPS III Plus

Бұл картографиялық мүмкіндіктері бар, жеке GPS қабылдағышы. Қабылдағыштың жадысына әлем картасы енгізілген. Оның құрамы жалпы бағыттағы ақпараттарды құрайды: өзен, көл, теңіз, қалалар, саяси шекаралар, негізгі жолдар.

GPS III Plus жеке компьютерге қосқан кезде, компакт-дискіден қосымша 1,44 Мб көлемдегі картографиялық ақпараттарды жазуға болады. Сонымен, қабылдағыш құрамындағы ақпараттардың жеке детальдары толықтырылып, жаңартылады.

GPS III Plus ерекшеліктері: ақпараттарды экранда

горизонталь немесе вертикаль қалпында көрсету мүмкіншілігі; бір жиынақ батареясы 36 сағат үздіксіз жұмыс істейді. Жүрілген жолды көрсететін одометр мен басқа да функциялар бар.

Стандартты жиынаққа: 12-каналдық қабылдағыш, жадында халықаралық базалық картографиялық деректер енгізілген. Оның құрамын негізгі жол, қала мен өзен мәліметтері және портативті антенна, белбеу, бекіткіш “velcro”, World Map CD құралдары құрайды.

Бақылау сұрақтары.

1. Глобальды позицияландыру жүйесінің аспаптары.
2. GPS қабылдағыштары қайда қолданылады?
3. GPS өлшеу әдістері.
4. GPS жұмыс істеу принциптері.
5. Trimble GPS-қабылдағыштарының негізгі мақсаты.
6. TRIMARK 3 радиомодемi қайда қолданылады?
7. TTS 5700 қабылдағыштарының геодезияда қолданылуы.
8. GPS III PLUS қабылдағыштарының негізгі мақсаты.
9. GPS навигаторларының негізгі жасаушылары.
10. Радиомодем деген не ол не үшін пайдаланылады?
11. Навигаторлардың картографиялық мүмкіндіктері қандай?
12. Навигациялық түсірістердің принципі қандай?
13. Кинематикалық әдісті түсіндір.

ХІІ тарау. ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРЛЕР

12.1. Лазерлік сканирлердің ерекшеліктері

Лазерлі сканер қажетті объектілер моделінің кеңістіктегі координаталарын тез арада анықтап, түсіруге арналған. Лазерлі сканердің жұмыс істеу принципі электронды тахеометрге ұқсас және түсірілетін объектіге дейінгі аралықтарды өлшеп, нәтижесінде әрбір нүктенің координаталарын анықтауға арналған. Өлшеу жылдамдығы секундына 2000-5000 нүктеге дейін қамтиды. Негізгі принципі, сәуле таратушыдан лазер шоғыры объект беткейінен шағылып, қабылдағышқа қайта түседі. Алдын ала берілген реті бойынша призма айналып, лазер шоғырын горизонталь және вертикаль жазықтықта таратады.

Лазерлік сканерді жасап шығарушы компанияларға *Riegl Lazer Measurement Systems GmbH (Австрия)*, *Cyra Technologies (США)*, *Callidus (США)*, *Optech (Канада)*, *MENSI (Франция)* жатқызуға болады, соңғы кездері өзінің жаңа туындысын *Leica (Швейцария)* ұсынды.

Көптеген шығарылып отырған сканерлер барлық салаларда қолданыла бермейді. Олар конструктивтік ерекшеліктері мен техникалық көрсеткіштері жағынан арнайы бір объектілер класына ғана тиімді болуы мүмкін. Мысалы, олардың техникалық параметрлеріне сүйене отырып, интерьерлік түсірістерге *Cyra Technologies (США)*, *Callidus (США)*, ал жерасты тау-кен жұмыстары үшін *Optech (Канада)* сканерлерін ұсынуға болады. Архитектура және азаматтық құрылыстар үшін *MENSI (Франция)* сканерлері келеді. Лазерлік сканерлердің кейбір модельдері жоғарғы дәлдікті қажет етпеген жағдайда 2,5 км дейінгі аралықты түсіре алады. Дәлдігі жоғары түсірістерге *Riegl Lazer Measurement Systems GmbH (Австрия)* сканері жақсы келеді.

Схема түрінде сканердің жұмыс істеу принципін бірнеше негізгі бөлімге бөлуге болады:

- өлшеу тұғыры, онда сәуле таратушы лазер мен қабылдағыш орналасқан;

- айналып тұратын призма – вертикаль жазықтықта сәуле шоғырының тең тарауын қамтамасыз етеді;
- горизонталь айналымның іздеу жетегі (сервопривод);
- компьютер (ішкі, сыртқы) – түсірісті басқару және деректерді жадқа жазуға арналған.

Лазерлік сканирлеумен шешілетін тапсырмалар:

Жобалау. Лазерлік сканирлеу деректерін әр түрлі толығымен салынбаған құрылыстарды немесе ғимараттарды қайта тұрғызу жобаларын құруда аса сенімділікпен қолданылады. Осы лазерлік сканирлеу жағдайларында күрделі өлшеу жұмыстары немесе аяқ баса алмайтын фасадтарды түсіру жұмыстары толығымен орындалмайды.

Деформациялық мониторинг. Түрлі цикл деректері бойынша құрылған модельдерді қабаттастыра отырып, іс жүзінде беткейдің кез келген нүктесінің мәні мен деформация (жарықшак) бағыты есептеледі.

Көлемді есептеу. Тау-кен саласында және әр түрлі құрылыстарда, дәлірек айтқанда, таужыныстары мен пайдалы қазбалар үйінділері және көлік жолдары немесе құрылыстық оржолдардың көлемін анықтауға тура келеді. Осы аталмыш объектілердің көлемдерін анықтауда түсіріс жұмыстары орындалып, санаулы уақыт ішінде анықталатын көлемнің кателігі 1%-дан төмен мәнді береді.

Қайта жасау (реставрация). Күрделі беткей модельдерін ала отырып, реставратор өзіне қажетті модельді виртуальды түрде жалғастырып жасай алады. Әрине, бұл лазерлік сканердің толық мүмкіндігі емес. Технологияны өндіріске енгізу процесінде тапсырыс берушілердің сұраныстары артып, осы әдісті қолдану мүмкіндіктері артуда. Ал лазерлі сканирлеудің экономикалық жағынан өте тиімді, әрі ұтымды екені практикада айқын көрсетілуде. Осындай лазерлік технологияның бірі – ILRIS-3D.

Тау-кен саласы. Лазерлік сканер – карьердегі маркшейдерлік жұмыстардың тиімділігін арттырады. Бұл бұрғылау-аттыру жұмыстарынан кейінгі үйіндінің моделін тез алуға мүмкіндік береді. Сөйтіп, руда сапасын тиімді бақылауға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, карьер

алаңының, қазындылардың, жерасты жұмыстырының, оның ішінде шахта, туннель, инженерлік құрылыс және ғимараттардың үш көлемді топографиялық түсірісін тез арада жасайды.

12.1.1. Optech(ILRIS)-тің лазерлік сканирлеу жүйесі

Optech (Канада,Торонто) компаниясының жасап шығарған *ILRIS-3D*, *ILRIS-3₆D*, *ILRIS-3DER*, *ILRIS-3DMC* лазерлік сканерлері кеңістіктегі координаталар моделін құру мақсатында, объектіні жоғарғы жылдамдықта түсіруге арналған.

ILRIS-3D лазерлік сканирлеудің қолдану саласына тау-кен өндірісі, ландшафт және жер беткейі, энергетика, ескерткіштер мен мүсіндер, жол құрлыстары, т.б. жатады.

Лазерлік сканирлеудің түсіру процесінде бұрыш өлшенбейді, айнаның бұрылу бұрышын беріп, сол кезде сақтаушы құрылғы деректерді тіркейді. Сканирлеу тығыздығы қашықтыққа байланысты болғандықтан, ондаған мм-ге дейін жетеді.

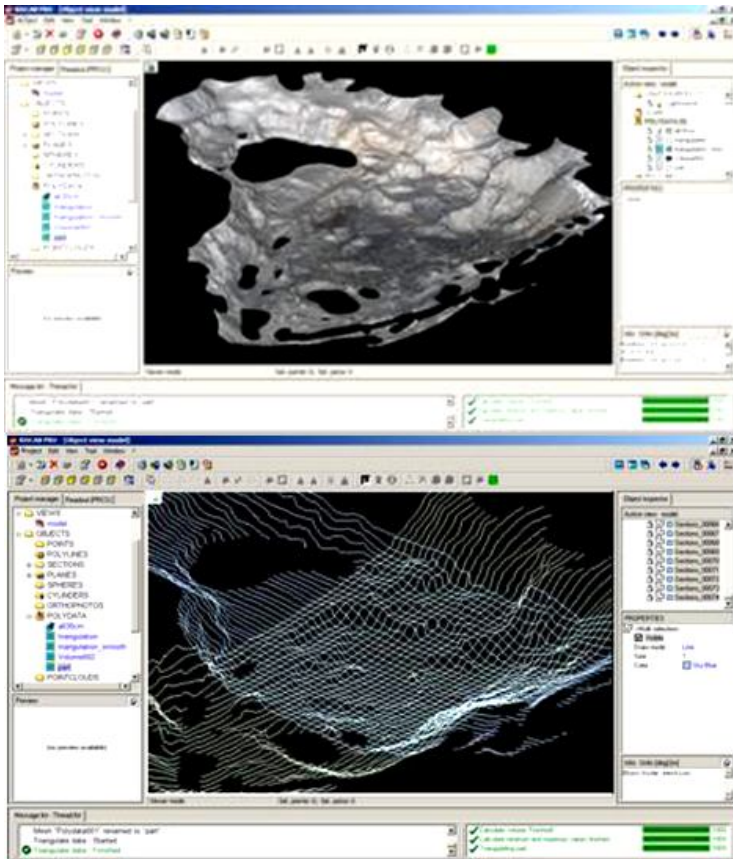
Түсіріс нәтижесінде көптеген нүктелер жиынтығынан құралған және әрбір нүктенің Х,У,Н координаталары бар объектінің кеңістіктегі моделін аламыз. Әрбір нүктенің сипаттамасы – шағылған сәуленің қарқындылығының сандық түріндегі мәні болып табылады.

Шағылған сигналдың қарқынды мәні – объектідегі материал құрылымына, оның құрылысына, түсіне, т.б. байланысты. Көптеген нүктелермен бейнеленген объектінің кеңістіктегі моделін “*нүктелер бұлты*” деп атайды.

Арнаулы программа көмегімен түсірістен кейін алынған “нүктелер бұлтын” бір-бірімен беттестіріп біріктіреді. Біріктірілген “нүктелер бұлты” кез келген координата жүйесіне трансформацияланады. Алынған кеңістіктегі модельде әр түрлі геометриялық параметрлердің өлшеулерін орындауға (ара қашықтық, бұрыштар, диаметр, т.б.), кескін мен қима тұрғызуға болады.

Келесі кезең векторлық модельді құру болып табылады. Бұл

кезде “бұлттар” нүктелерінің басында үшбұрыштарды құру әдісімен (триангуляциялық немесе полигональды модель) немесе осыған ұқсас (нүкте, вектор, жазықтық, цилиндр, сфера, т.б.) қолданады (97-сурет).



97-сурет. Өңдер алдындағы жұмыс нәтижесі мен рельеф қимасы (10м)

Осы жағдайда “нүктелер бұлтты” дұрыс геометриялық денеден тұратын векторлық модельге ауыстырылады (құбырларды модельдеуде қолданылады).



98-сурет. ILRIS-3D лазерлік сканерінің сырт көрінісі

Алынған деректерді AutoCad, ArcView, MicroStation программаларына экспорттап, пайдаланады. Әр түрлі уақытта алынған бір объектінің “нүктелер бұлтын” бір-біріне қабаттастырып салуға да болады.

ILRIS-3D деректерін өңдеуге арналған PolyWorks программасы, деректер өңдеуге арналған модульдерімен бірге болады. Бұл модульдер көлемі өте үлкен «нүкте бұлттарымен» жұмыс істеуге, редакциялауға және қарастыруға мүмкіндік беріп, кез келген форматта қажет көлемде сыртқа шығарады (экспорттайды).

ILRIS-3D сканер көмегімен 2004ж Киров қаласындағы ашық тау-кен карьері түсірілген. Алты бет (скан) бір қалыпқа қабаттастырылып, полигональды модель жасалаған.

23-кесте

Техникалық сипаттамасы

4%-ға дейін жер беткейін бейнелейді	350 метрде
20%-ға дейін жер беткейін бейнелейді	800 метрде
80%-ға дейін жер беткейін бейнелейді	1500 метрде

23-кестенің жалғасы

Аралықтағы нүкте мәні	@50 м 7 мм; @100 м 20 мм
Бір аралықтағы нүкте аралығы	@50 м <10 мм; @100 м <20 мм
Көру бұрышы	40x40°

Нүктелерді тұрғызу дәлдігі:

X-Y	@50 м 10 мм
Z	@50 м 10 мм
Түсіру жылдамдығы	секундына 2000 нүкте
Батареясы	24V қайта зарядталатын
Жұмыс температурсы	0° C тен +40° C-қа дейін
Сақтау температурсы	-20° C тен +50° C-қа дейін
Лазер типі	І класс



99-сурет. Ашық карьер суреті

12.2. SCANSTATION лазерлік сканері

12.2.1. Leica ScanStation, HDS6000, Leica ScanStation 2 сканерлері

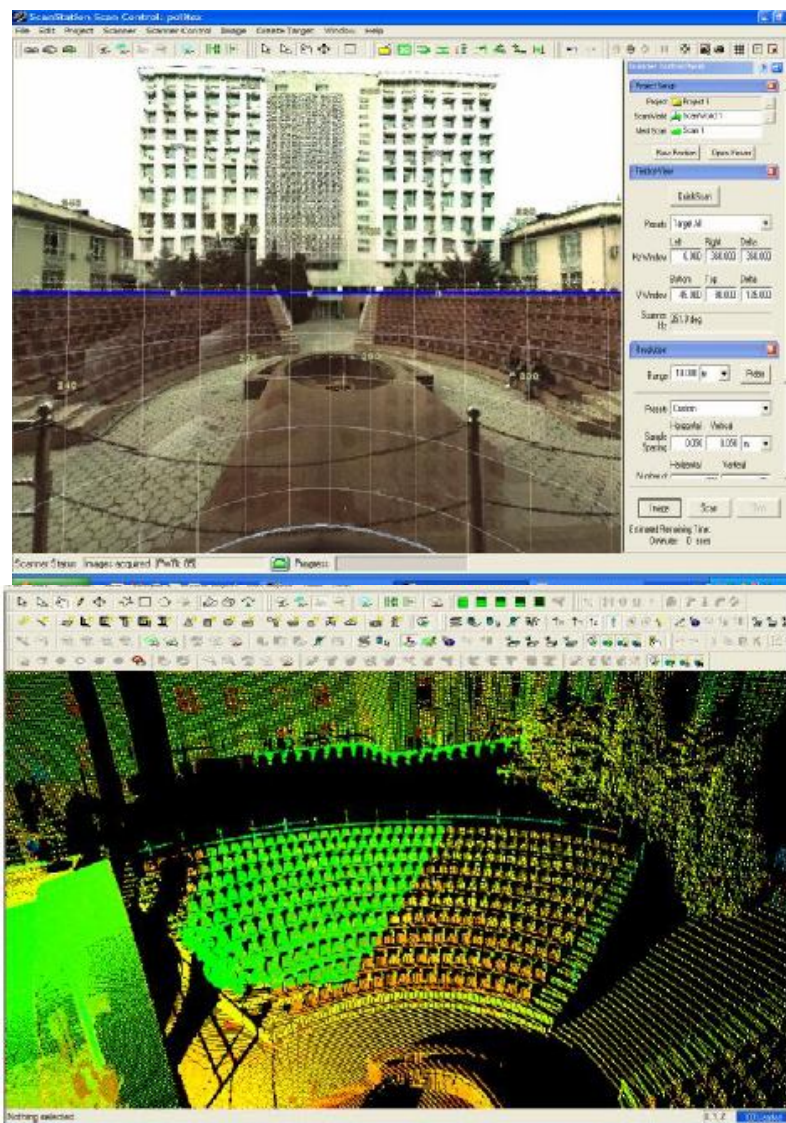
Геодезиялық аспаптар жасау нарығында «Leica Geosystems» фирмасы үш бірдей лазерлік сканерді ұсынып, геодезиялық аспаптар саласында тағы бір стандарт жасалды. Барлық үш сканер өз аттарына ие болды, олар: **ScanStation**, **HDS6000**, **ScanStation 2** немесе жоғарғы деңгейлі түсіріс. Жоғарғы қабілетті түсіріс – геодезистер мен инженерлерге арналған 3D лазерлі сканирлеу тапсырмаларын шешуде пайдаланылып, кеңістіктегі деректерді өңдеуге бағытталған.

Бұл үш түрлі, үш көлемді жер сканері – инженерлік ізденістерде, құрылыста, архитектурада, топотүсірістерде, картографияда және тау-кен жұмыстарында, жерге орналастыру, кадастр, т.б. салаларда түрлі тапсырмаларды шешуге арналған (100-сурет).

ScanStation, **HDS6000**, **ScanStation2** сканерлері Cyclone программасымен басқарылады. Cyclone – программасы жерді лазерлік сканирлеуге және түсіріс нәтижелерін автоматты өңдеуге арналған.

Leica ScanStation – геодезистер тахеометрмен жұмыс істегенде өте қажет төрт іргелі тахеометрдің ерекшеліктерін қамтиды, әдетте ол лазерлік сканерлердің жаңа түрін анықтайды.

1. Leica ScanStation бұрынғы Leica HDS3000 сканері сияқты 360^0 горизонталь және 270^0 вертикаль жазықтығында сканирлейді. Осындай сканирлеу арқылы ScanStation тұрған нүктесінің астыңғы жағында да түсіре алады. Техникалық сипаттамасы жағынан да, жан-жақты тахеометр сияқты барлығын қамтамасыз етеді. Мысалы төбе, көпір, жерасты өту жолдары, шатыр, фасадтар, құбырлар, бағаналар сияқты нысандардың өлшемдерін дәл анықтай алады.



100-сурет. Cyclone программасындағы жұмыстың орындалу процесі

2. Полигонометриялық жүріс пен кері геодезиялық қиылыстыруға арналған екі осьті компенсатор.

Екі осьті компенсаторда *Leica Geosystems* тахеометрі мен *Leica ScanStation* сканері біріктірілген. Бұрынғы түсірістер мен кері қиылыстыруды жүргізгендегі далалық және офистегі жұмыстарға жұмсалатын уақыт толығымен үнемделді.

3. Әрбір өлшеу кезіндегі геодезиялық кластың дәлдігі

Бұл аспаптың алдындағы сканерлер түсірген бір нүктенің нәтижесін дәл алу үшін бірнеше рет түсіріп, оның орташасын алған. Ал қазіргі *Leica ScanStation* және *HDS3000* сканерлері бір нүктені бірақ рет өлшеп, қажетті геодезиялық дәлдікті дәл бере алады.



100-сурет. ScanStation сканері

4. Өлшеу ауқымының тиімділігі.

Leica ScanStation максималь өлшеу ауқымы 300 м кұрайды (жер бетінен шағылу қарқындылығы 90%) және бұл аспаты

тахеометрдің орнына, қолданбалы жобалар мен топографиялық түсірістерде сенімді қолдануға болады.

12.2.2. ScanStation-2 лазерлік сканері

Топографиялық, өндірістік және инженерлік қолданбалы түсірістерге арналған *ScanStation2* сканері өзінің жұмыс істеу өнімділігін 10 есе үлкейтіп, жер сканерлері ішіндегі әлемдік көшбасшы екенін көрсетуде.

ScanStation 2 сканерінің 1 сек аралығында 50000-ға дейінгі нүктелерді түсіруге мүмкіндігі бар. Оның сканирлеу зонасы 360x270 құрап, өлшеу кезінде тахеометрге сәйкес дәлдікті көрсете алады.



101-сурет. *ScanStation 2* лазерлік сканері

Аспаптың мүмкіндіктері мен тахеометрге ұқсастығы былай негізделеді:

- тахеометрдің төрт негізгі іргелі қасиетімен;
- сканирлеу зонасының кеңдігі;
- екі осьті көлбеу компенсаторымен;
- әрбір өлшеудің жоғарғы дәлдігімен;
- өлшенетін ара қашықтықтың үлкен ауқымымен;
- келтірудің ыңғайлылығы;
- қолданудың қарапайымдылығы;
- жоғарғы дәлдікті жаңа стандартты түсірістерге шығарады немесе High-Definition Surveying™ (HDS™).
- Импульсті сканердің бұрын-соңды болмаған жылдамдығы.

Импульсті сканерлерді ең үлен ара қашықтық және жоғарғы дәлдігі үшін жиі пайдаланады. Жаңа *ScanStation 2* сканерінің арқасында сканерлеу жылдамдығы мен сканирлеу тығыздығы артады. Әдетте ол алатын нәтижелердің сапасын едәуір жақсартады.

Сканирлеудің ауқымдылығы.

Тахеометр сияқты *ScanStation 2* сканері, аспаптың айналасындағы 360^0 горизонталь және 270^0 вертикаль бағыттардағы нысандарды түсіруге мүмкіндік береді.

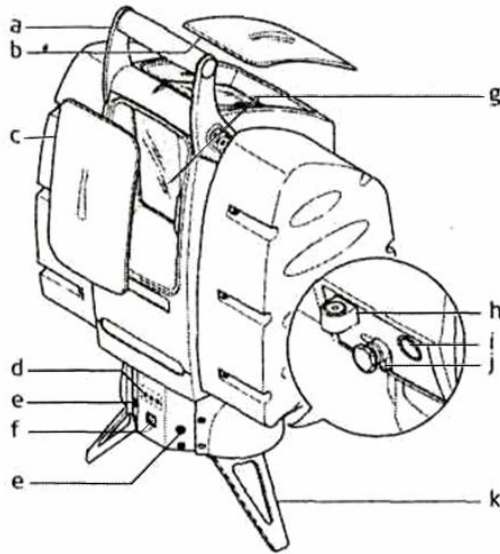
Екі осьті жоғарғы дәлдікті көлбеу компенсаторы.

ScanStation 2 сканерін координаталары белгілі нүктеде тұрып тахеометриялық түсіріс жасауға, кері геодезиялық қиылыстыру арқылы байланыстыруды және көрініп тұрған сәуле арқылы бөлуді жүргізе алады. Осылардың барлығы далалық жұмыстарды жүргізуге кететін уақытты қысқартады. Сканерде жергілікті жерге байланыстыру варианттары көбейеді де, жалпы жобаның дәлдігі жоғарылай түседі.

ScanStation 2 – әрбір нүктені сенімді өлшейді. Өлшеулер арасындағы минималь ара қашықтықты, лазерлік дақтың кіші өлшемі, сканерлік теңестіру мен соңғы нәтиженің тиімді өнімділігін алуды қамтамасыз етеді.

Үлкен ара қашықтықтарды өлшеу ауқымдылығы.

ScanStation 2 сканирлеудің диапазоны 300 м құрайды.



102-сурет. ScanStation-2 лазерлік сканерінің құрылысы:
*a - тұтқасы; b - вертикаль сканерлеуге арналған терезенің қақпағы;
c - горизонталь сканерлеуге арналған терезенің қақпағы;
d - индикатор; e - батарея қосылатын тетік; f - Ethernet түріндегі
желілік кабель қосылатын тетік; g - вертикаль сканерлеуге арналған
терезе/горизонталь сканерлеуге арналған терезе; h - дөңгелек
деңгейлеуіш QuickScan батырмасы; j - бекіту бұрандасы; k - тұғыры*

12.2.3. HDS6000 сканері

HDS (High Definition Survey) – жоғарғы қабілеттегі түсіріс. Ең күрделі тапсырмаларды шешуге арналған аспаптың бірі – **HDS6000** сканері.

HDS6000 сканері мынадай сипаттамалармен еркшеленеді:

- аралық ауқымы 79 м-ге дейін ұлғайтылған;
- ыңғайлы эргономикалық сканер дизайны, ішкі компоненттермен қамтылған;
- басқару панелі, 60Гб жад (одан да жоғары) пен ауыстырылатын аккумуляторлары бар.



103-сурет. HDS 6000 сканері

Көлбеу сенсоры тахеометриялық түсірісті жүргізіп және кері геодезиялық қиылыстыруды шеше отырып, аспап тұрған жердің координаталарын анықтайды. Сканирлеу процесі үшке бөлінеді: ішкі панель, ПК-мен (жеке компьютер) қашықтықта байланысу немесе толық функционалды ноутбук. Әрбір түсірістің дәлдігі жоғары. Сканирлеу тығыздығы екі есе ұлғайтылып, өнімділігі жоғары және әр бағытта қолдануға ыңғайлы.

Cyclone программасының көмегімен алынған геометриялық деректер өңделіп, жұмыс тиімділігі арта түседі.

12.2.4. Riegl – лазерлік сканері

Riegl Lazer Measurement Systems GmbH (Австрия) компаниясының лазерлік сканері.

Негізгі қолдану саласы:

- жер-мүлік кешендерін инвентаризациялау және кадастрлық тіркеу;

- жобалау;
- электр энергетикада;
- мұнай және газ өнеркәсібінде;
- құрылыс және инженерлік ғимараттарды пайдалануда;
- тау-кен өндірісінде;
- архитектурада;
- инженерлік объектілердің мониторингі, шұғыл және экологиялық бақылау;

Дәстүрлі геодезиялық өлшеулерге қарағандағы негізгі ерекшеліктері:

- деректердің үш көлемділігі (деректердің барлығы үш көлемді координаталық байланыстырылған);
- өлшеу нәтижелерінің көп түрін көрстеу мүмкіндігі (үш көлемді нүктелер жиынтығынан, пландар мен үш көлемді модельдерге дейін);
- жоғарғы дәлдікпен әрбір бөлшекті көрсету (дәлдігі 0,5см.);
- қашықтықты 1000 м дейінгі аралықта өлшейді;
- түсіріс жұмыстарын жедел жүргізу (тахеометриялық түсіріске қарағанда бірнеше рет тез);
- бір оператормен орындалады.
- жоғары.

LMS-Z210i



LMS-Z390i



LMS-Z420i



104-сурет. Riegl – лазерлік сканері

Riegl шығаратын жер бетін түсіретін лазерлік сканерлердің негізгі артықшылығы:

- әмбебаптығы;
- сканирлеу жылдамдығы – секундына 24000 нүкте
- дәлдігі – 5 мм-ге дейін;
- қашықтығы 1000 м;
- түсірісі 360° X 90°;
- шаң мен ылғалдан қорғалған IP64;

жұмыс істеу температурасы - 25°-тан

Сонымен, аталмыш лазерлік сканерлердің көмегімен табиғи және техногенді процестердің мониторингі, құрылыс пен архитектура, тау-кен ісінде, мұнай-газ саласында, ғимараттарды, тау көшкіндерін, карьердегі аттыру блоктарын, таужыныстарының үйінділерін, т.б., қолданбалы инженерлік-тапсырмаларды орындауға болады.

Бақылау сұрақтары.

1. Лазерлік сканердің жұмыс істеу принципі.
2. ILRIS-3D лазерлік сканердің негізгі мақсаты.
3. Лазерлік сканерді жасап шығарушы фирмалар.
4. Лазерлік сканердің өлшеу жылдамдығы.
5. Лазерлік сканермен шешілетін тапсырмалар.
6. Cyclone программасының негізгі мақсаты?
7. HDS6000 сканерінің сипаттамалары қалай ерекшеленеді?
8. ScanStation 2 сканерінің жұмыс істеу принципі.
9. Leica ScanStation сканерінің құрылымы, жұмыс істеу ерекшелігі?
10. Лазерлік сканерлер қандай геодезиялық жұмыстарды атқарады?

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Геодезическое оборудование программное обеспечение периферийных устройства ПК. - Каталог 2003-2004. ТОО Фирма Геосистема.
2. Спиридонов А.И., Кулагин Ю.Н. Справочник-каталог геодезических приборов. –М.: Недра, 1984.
3. Савиных В.П., Яценко В.Р. Геодезические и фотограмметрические приборы. – М.: Недра, 1991.
4. Пашенков В.З. Радио и светодальномеры. –М.: Недра, 1985
5. Спиридонов А.И., Кулагин Ю.Н., Кузьмин М.В. Проверка геодезических приборов. – М.: Недра, 1981. – 59 с.
6. Кузнецов П.Н., Васютинский И.Ю., Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение. –М.: Недра, 1984.
7. Захаров А.И. Геодезические приборы. Справочник. –М., Недра. 1989.
8. Федоров В.И., Шилов П.И. Инженерная геодезия. М.: Недра. 1982.
9. Х.К.Ямбаев. Специальные приборы для инженерно-геодезических работ. –М.: Недра, 1990 г.
10. Кузнецов П.Н., Васютинский И.Ю., Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение. –М.: Недра, 1984.
11. Плотников В.С. Геодезические приборы. – М.: Недра, 1987.
13. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. –М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2004.
14. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. –М.: ИКФ «Каталог», 2002.
15. Калыбеков Т., Рысбеков Қ.Б. т.б. География және геодезия. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі. –Алматы: Мектеп, 2007. - 264 б.
16. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық аспаптар. –Алматы: ҚазНТУ, 2007.- 20 б.
17. Рысбеков Қ.Б. Жерсеріктік навигациялық жүйелер. –Алматы: ҚазҰТУ, 2010.-141 б

ГЛОССАРИЙ

Жіптік тор – маркшейдерлік-геодезиялық аспаптардың көру дүрбісінде орналасатын аралас типті окуляр торы. Ол ұзын жіптер жүйесінен тұрады; ондағы екі айқыш тәріздес ажырауда орналасқан штрихтары және үзілуінде салынған түйіскен жері негізгі болады. Ол горизонталь және вертикаль жазықтықтарда нысананы көздеу үшін қызмет етеді. Негізгі горизонталь штрихтан біреуі жоғары, екіншісі – төмен орналасқан қосымша горизонталь штрихтар, ара қашықтықты өлшеуге арналған. Олар түсіру нүктелерінде вертикаль орнатылған нивелирлік және тахеометриялық рейкалар бойынша ара қашықтықтарды өлшеуге қолданылады.

Окулярлық тор – оптикалық жүйенің бейнелеу жазықтығында орналасқан, айқасқан штрихтары, шкалалары немесе басқа белгілері бар параллель жазық шыны пластинка немесе дөңес линза.

Өлшеу жүйесі – арасы байланыс каналымен жалғасқан өлшеу құралдары мен (өлшеулер, өлшеу аспаптары, өлшеу түрлендіргіштері) қосымша құрылғылар жиынтығы; өлшеу ақпаратының сигналын автоматты өңдеуге, беруге және автоматты басқару жүйелерінде қолданылады.

Осьтер жүйесі – өлшеулерді алдын ала берілген дәлдікпен белгіленген әдістеме бойынша орындау үшін есептелген. Құрастырылған маркшейдерлік-геодезиялық аспаптардың вертикаль немесе горизонталь механикалық осьтерінің жүйелері төрт типке бөлінеді: 1) аспаптың конустық немесе цилиндрлік осі лимбі бекітілген тұғырық төлкесімен айналмалы қосылған; 2) әдетте алидаданың конустық осі лимба төлкесімен айналмалы жалғасқан, ал бұрыш өлшеуіш аспаптардың қайталаулар типтерінде лимба төлкесі тұғырық төлкесімен қосылған; 3) әдетте, алидаданың цилиндрлік осі тұғырық төлкесімен айналмалы қосылған, ал соңғының сыртқы айналу бетімен лимба төлкесі жалғасқан; ол көбінесе лимбасы бұрылатын аспаптарда қолданылады; 4) тұғырық төлкесінде айналатын алидада осімен лимба төлкесі айналмалы қосылған;

бұрылатын лимбасы бар қайталаулар, типті бұрыш өлшеуіш аспаптарда қолданылады. Қазіргі бұрыш өлшеуіш аспаптардың горизонталь осьтері, әдетте жабық болып жасалады, ал осьтер үшін төлкелер алидада бағанасында бекітіледі. Кейбір аспап типтерінде төлкелердің біреуінде эксцентриктік құрылғы бар. Оны бұрып, горизонталь осьтің көлбеулігін жөндеуге болады.

Координаталар жүйелері – координата осьтеріне қатысты жазықтықтағы нүктелердің орнын бір қатарлы, ал кеңістікте координаталар жазықтығына қатысты анықтаудың математикалық әдістері. Математикалық негізі бойынша к.ж - ін құруға географиялық, Гаусс проекциясындағы жазық тік бұрышты және кеңістіктік тік бұрышты к.ж. қолданылады.

Өлшеу құралы – өлшеулер кезінде пайдаланылатын және нормаланған метрологиялық қасиеттері бар техникалық құрал.

Нөлдік жұмыстар нүктесі – бойлық профильдегі нүкте, онда жоба сызығы жер бетін қиып өтеді (жұмыстық биіктік белгі нөлге тең). Профильде жақын пикеттен нөлдік жұмыстар нүктесінің қашықтығы, көк тушыпен жазылады.

Өлшеулер дәлдігі – өлшенетін шаманың шын мәніне жуықтығын бейнелеп көрсететін өлшеу нәтижесінің сапасы. Жоғары өлшеулер дәлдігі жүйелі және кездейсоқ қателіктердің барлық түрінің аз ғана шамасына сәйкес болады. Сандық дәлдік, салыстырмалы қателік модуліне кері шамамен білдірілуі мүмкін. Мысалы, өлшеулер қателігі 10^{-4} болса, онда дәлдік 10^4 болады.

Көру дүрбісі – объектив пен окулярдан тұратын, алыстағы заттарды қарауға және оларды көздеуге арналған телескопты оптикалық жүйе. Көру дүрбісінің үлкейтуі үлкен – $10-60^x$, көру аясы шағын бұрышты - $1-3^0$, шығу қарашығы шағын - $0,7-1,5$ мм.

Көру дүрбісінің ұзындығы – объективтің алдыңғы линзасының бірінші бетінің төбесінен, окулярдың артқы линзасының соңғы бетінің төбесіне дейінгі қашықтық.

Окулярлық иін – кремальераның көмегімен объективтен біршама жылжитын сыртқы фокустамалы көру дүрбісінің артқы бөлігі.

Көру дүрбісінің үлкейтуі – тангенс бұрышымен көрінетін

параксиальды бейненің құралсыз көзбен көрінетін заттың тангенс бұрышына қатынасы.

Тубус – көру дүрбісінің немесе микроскоптың сыртқы фокустамамен жылжымалы бөлігі.

Вертикаль бұрыш – вертикаль жазықтықта жатқан бұрыш. Геодезия және астрономия практикасында, әдетте қарапайым бағыт пен горизонталь жазықтық немесе вертикаль сызық арасындағы вертикаль бұрыш өлшенеді. Горизонталь жазықтықпен арасындағы бұрыш көлбеу – бұрышы, ал қарау бағыты мен вертикаль сызық арасындағы бұрыш – *зениттік қашықтық* деп аталады. Көлбеу бұрышты горизонт жазықтығынан жоғары қарай 0^0 -тан $+90^0$ -қа дейін төмен қарай – 0^0 -тан – 90^0 -қа дейін есептейді. Зениттік қашықтық барлық уақытта оң, оны зенит бағытынан есептейді. Зенит қашықтығы мен көлбеу бұрыштың алгебралық қосындысы 90^0 -қа тең.

Горизонталь бұрыш – горизонталь жазықтықта жатқан және вертикаль жазықтықтармен пайда болған екі қырлы бұрыш шамасын білдіретін жазық бұрыш.

Зениттік бұрыш – вертикальдан өлшенетін бағытқа дейінгі есептелетін вертикаль жазықтықтағы бұрыш.

Тахеометр (грек. *Tachus* – тез және *metreo* – өлшеймін) – тахеометриялық түсірістері жүргізуге қолданылатын, жергілікті жерде горизонталь бұрыштарды, ара қашықтықтар мен өзара биіктіктерді өлшеуге арналған топографиялық аспап. Т-лер қатарына вертикаль дөңгелегі және дүрбісінде қашықтық өлшеуіш жіптері бар әдеттегі 30 секундтық теодолит жатады. Т-лер – оптикалық-механикалық және электрондық-оптикалық болып бөлінеді.

Электрондық тахеометр – жер бетінде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтық пен өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық-оптикалық аспап. Э.т-дің құрылымында кодтық теодолит пен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеу нысанасы ретінде, шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы қада қолданылады. Өлшеу процесі, автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу

нәтижелері электрондық-цифрлық таблода көрінеді және ол бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін. Перфорациялық тіркеудің мәні – далалық өлшеу аспабының мамандандырылған электрондық есептеу машинасымен қосылуында. Ол даладағы өлшеулердің мәліметтері бойынша автоматты түрде жергілікті жердің түсіру планын сызады. Э.т-дің көмегімен өзара биіктікті анықтаудың, көлбеу қашықтықты горизонталь жазықтыққа келтірудің автоматты түрде атқарылады. Сондай-ақ, жарықтың ауада таралуын жылдамдығы үшін түзетудің автоматты түрде есепке алынуы мүмкін. Тахеометр жинағына шағылдырғыштар, штативтер, коректендіру көздері, зарядтау құрылғысы, аспапты жөндеу және күтіп ұстау жабдықтары кіреді. Оның түнде жұмыс істеуге арналған жабдығы бар. Цифрлық таблоға берілетін жедел ақпарат пен жадтағы ақпараттық жинағышқа шығарылуына мүмкіндік бар.

Теодолит (грек. *theadomai* – қараймын және *dolichos* – ұзын) – горизонталь және вертикаль бұрыштарды және жіптік қашықтық өлшеуіштің көмегімен ара қашықтықты өлшеуге арналған маркшейдерлік-геодезиялық аспап. Зерттеу және құрылыс жұмыстарына арналған Т-тер, әдетте буссольдармен, ал олардың кейбіреулері дүрбісінде цилиндрлі деңгейлеуіштер және қашықтық өлшеуіш саптамамен жабдықталады. Т-тің бұрыш өлшеуіш дөңгелектері металл және шыныдан жасалады. Біріншілерінің есептеу тетігі – микроскоп-микрометрлер, шкалалық микроскоптар мен верньерлер, ал екіншілерінде – оптикалық микрометрлер, шкалалық және штрихтық микроскоптар болады. Шыны дөңгелегі бар Т-тер оптикалық Т-тер деп аталады. Осы терінің құрылысы бойынша Т-тер қарапайым және бұрыштарды қайталау әдісімен өлшеуге мүмкіндік беретін қайталауыш болып бөлінеді. Т-тер жоғары дәлдікті, дәл және техникалық болып бөлінеді.

Топография (грек. *topos* – орын, жергілікті жер және *grapho* – жазу) – жер бетін геометриялық жағынан толық зерттеумен және осы бетті жазықтықта топографиялық карталарда немесе пландар түрінде бейнелеу әдістерін

белгілеумен айналысатын ғылыми пән. Топографиялық картаның түпнұсқасын жасау жөніндегі нақтылы жұмыстар – топографиялық түсірістер деп аталады. Олар қолданылатын техникалық құралдарға байланысты – *аэрофототопографиялық, мензулалық және фототеодолиттік* түсірістерге бөлінеді. Республика аумағын картографиялау мақсатында, түсірудің негізгі түріне – аэрофототопографиялық түсіріс жатады.

Жарық қашықтық өлшеуіш – қолданбалы геодезияда ара қашықтықты, базистерді, ығысуды және арнайы құрылыстар мен құрылғылардың деформациясын өлшеуге арналған жоғары дәлдікті жарық қашықтық өлшеуіш. Ж.қ.ө. жоғары деңгейдегі автоматтандырылған аспап. Аспап құрамына – үш шағылдырғыш, ток көздері, зарядтау құрылғысы, жиілік компораторы, центрлеу құрылғылары кіреді. Дыбыстық көрсеткіш ток көзінің разрядтануы туралы хабар береді, содан кейін аспап автоматты түрде сөнеді. Көздеу дүрбісі – тура бейнелейді, ұлғаюы $12^{\times}$, көру аясы – 3° . Ара қашықтықты өлшеу ауқымы 0,5-тен 2000 м-ге дейін. Өлшеудің орташа квадраттық дәлдігі $1+1\cdot 10^{-6}D$, мм. Жұмыс істеудің температуралық ауқымы – 30° -тан $+40^{\circ}$ -қа дейін. Ток көзінің кернеуі - 6В. Ж.қ.ө. массасы - 6 кг. Ток көзінің массасы - 3,2 кг.

Деңгейлеуіш – еңіс бұрышын анықтау үшін немесе маркшейдерлік-геодезиялық аспап пен оның жеке бөліктерін вертикаль сызықпен салыстырғанда, берілген орынға орнатуға арналған аспап. Д-тер көрсетулері көзбен шолынатын сұйықтық, сұйықтық электрондық (индукциялық және сыйымды) және маятниктік болып бөлінеді. Көрсетуі көзбен шолынатын сыйымды Д. цилиндрлі немесе айналма шыны ампуладан және көпіршікті бақылау үшін, ортасы ашық металл жиектемеден тұрады. Жиектеме тұғырықта немесе аспаптың құрылым элементтерінде Д-ті бекітіп және түзету үшін бекіту, орнату бұрандаларымен жабдықталған. Дербес аспап ретінде қолданылатын Д-терде тиісті шкалалар немесе микрометрлер болады. Осыған сәйкес Д-тер еңіс өлшеуіш Д. және микрометриялық Д. деп аталады. Нивелирлерде ампуланың үстінде орналасқан оптикалық призма жүйелі қосылған

цилиндрлік жапсарлы Д. кең қолданылады.

Шартты биіктік белгі – шартты түрде алынған деңгейлік беттен есептелген нүктенің биіктігі.

Жарық шығаратын диод – электр сигналдарын жарыққа түрлендіргіш болатын жартылай өткізгіш диод. Ж.ш.д-тың негізгі элементі – электрондық-тесіктік өту. Тікелей жылжығанда, электрондардың энергияның ең жоғары деңгейінен, төмен деңгейіне өту себебінен, жарықтың кванттары сәулеленеді. Толқынның сәулелену ұзындығы диод материалымен (галлий фосфиді және галлий арсениді; кремний карбиді) анықталады. Көрінетін спектрінде сәулелендіретін Ж.ш. д-тер жарық көрсеткіш ретінде пайдаланылады. Олардың негізгі құндылығы – сәулелену модуляциясының қарапайымдылығы.

Көздеуіш нысана – жергілікті жерде жерасты тау-кен қазбаларында орнатылатын және көздеу үшін пайдаланылатын белгі, зат. Көздеуіш нысана ретінде жіпке немесе маркшейдерлік пунктке ілінген және жеке шырақ шамынан жарық түсетін тіктеуіш, кестелік сигнал, пирамиданың қадасы, т.б. қолданылады. Автоколлимациялық өлшеулерде К.н. ретінде айналар, айналы тікбұрышты призмалар, айналы-линзалы шағылдырғыштар мен айналы-нысаналы белгілер пайдаланылады. К.н-ның айналу осі немесе сурет ортасы жергілікті жерде және жерасты тау-кен қазбаларында бекітілген маркшейдерлік немесе геодезиялық белгі арқылы өтетін вертикаль сызықта орналасуы тиіс.

Шкала бөлігінің бағасы – шкаланың іргелес екі белгісіне сәйкес келетін шамалар мағынасының айырымы.

Орта (центр) – 1) шеңбердің, шардың О-сы – шеңбердің (шардың) барлық нүктелерінен тең қашықтықтағы нүкте. 2) эллипс О-сы – оның үлкен және кіші осьтерінің қиылысқан нүктесі. 3) дененің ауырлық О-сы – белгілі бір дененің жеке бөліктеріне әсері бар, барлық ауырлық күштің тең әсерлі түсіру нүктесі.

Лимб ортасы – лимбтің барлық диаметрлерінің осьтері қиылысатын нүкте.

Оптикалық центрлеуіш – 1) бұрыш өлшеуіш аспап

тұғырығының геометриялық осін, маркшейдерлік нүкте үстінде не астында центрлеуге қолданылатын және геодезиялық базисті өлшегенде, базистік аспаптың сым шкаласы бойынша есептеуге пайдаланылатын аспап. О.ц. үлкейтілуі қарапайым, түзу немесе иінді көздеуіш түтік болады. Ол стандартты тұғырықтың тесігіне қондырылған және екі айқыш тәрізді орнатылған цилиндрлік деңгейлеуіштермен жабдықталған. О.ц. тек қана зенитті көздеуге мүмкіндік берсе, екіжақты деп аталады, 2) маркшейдерлік нүктенің үстінде не астында тікелей аспаптың өзін центрлеу үшін, бұрыш өлшеуіш аспапқа қондырылған құрылғы.

Аспапты центрлеу – маркшейдерлік-геодезиялық аспаптың вертикаль осін белгілі нүкте арқылы өтетін тіктеуіш сызықпен беттестіру операциялары.

Есептеу саны – өлшенетін шаманың бірқатар мәніне сай, шкала белгісінің реттік нөмірін көрсететін сан.

Ұшаяқ (штатив) – металл басынан және онымен тоспалы бекітілген үш ағаш немесе металл аяқтардан тұратын маркшейдерлік-геодезиялық аспап.

Сызық (штрих) – 1) сызықтық немесе бұрыштық шкаланың, өлшенетін шамасы біраз мәніне сәйкес сызық түріндегі белгісі. Шкала С-тары есептеуге қолайлы болу үшін ұзындығы бойынша өлшенетін шаманың бірліктері қысқа, бестік бөлігі ұзынырақ, ондықтары одан да ұзын болып белгіленеді. Әдетте, әрбір ондық сызық санмен белгіленген. Кейбір аспаптарда санақ дәлдігін арттыру үшін екі (биффилярлық) сызық салынады, олардың арасына оптикалық микрометрдің сызық-көрсеткішін енгізеді; 2) шыны пластинкаға өңдеумен немесе металға шаңдатумен салынған жіңішке сызық. Ол көру дүрбісімен көздеуге немесе дүрбінің көру аясындағы рейка бейнелері бойынша шкалаларды есептеу үшін көрсеткіш ретінде пайдаланылады.

Тахеометр экраны – бұрыш өлшеуіш-тахеометрдің жабдығы; проекциялау – көзбен шолу, қашықтық өлшеуішті тексеру үшін пайдаланылады. Дөңгелек орнату деңгейлеуіш және стандартты тұғырықта вертикаль орналастыру үшін

бакспен жабдықталған. Пластина ақ түске боялып, бір жағында сызықтық шкала салынған.

Эксцентриситет – аспап бөлшегінің айналу осі мен оның ортасы арасындағы қашықтық. *Лимб Э-і* – лимбтің айналу осі мен оның шеңберлі шкаласының ортасы арасындағы қашықтық. *Алидада Э-і* алидаданың айналу осі мен есептеу құрылғысының карама-қарсы екі көрсеткіші ортасында орналасқан нүкте арасындағы қашықтық. *Көру дүрбісінің Э-і* теодолиттің перпендикуляр бойындағы вертикаль осінен дүрбінің көздеу сызығына дейінгі қашықтық. *Сигналдың Э-і* көздеу маркасының айналу осінен оның суретінің симметрия осіне немесе пластина шеттеріне дейінгі қашықтық.

Аспапты қалыптастыру – өлшеу аспабын аспаптың дәлдігін, дұрыстығын және сенімді жұмысын қамтамасыз ететіндей жұмыс жағдайына келтіру шаралары.

Аспап биіктігі – нүкте үстінде немесе астында орнатылған аспап дүрбісінің айналу осінен, геодезиялық немесе маркшейдерлік нүктеге дейінгі вертикаль қашықтық.

Лимб – дөңгелек шкала ретіндегі геодезиялық аспаптың жұмыстық өлшемі (шамасы).

Позиционирлеу (GPS receivers, GLONASS receivers, GPS/GLONASS receivers) – позиционирлеу мақсатындағы жер серігінен сигнал қабылдайтын электронды құрылғы.

Жер серіктік радионавигациялық жүйелер (ЖРНЖ) – жасанды жер серіктерінен жіберілетін радиосигналдар бойынша навигациялық тапсырмалар мен жергілікті жерде тірек нүктелерінің қызметін атқаратын нүкте координаталарын анықтауға арналған техникалық құралдар кешені.

Навигация – бағыт тәсілдерін таңдайтын және көлік құралдарын жүргізу әдістері туралы ғылым; оның міндетіне: тиімді қозғалыс траекториясын табу, орналасу орнын анықтау, қозғалыс жылдамдығының мәні мен бағытын, басқа да объектілер қозғалысының параметрлерін анықтау кіреді.

NNSS (Navy Navigation Satellite System – Transit), США), «Цикада» (КСРО) – әскери-теңіз күштеріне арналған алғашқы жерсеріктік навигациялық жүйелер.

NAVSTAR– Navigation Satellite Timing and Ranging, АҚШ-

тың көп функциялы жасанды навигациялық жер серігі.

C/A- код – жалпыға мәлім ЖРНЖ GPS радиодальномерлі коды.

Референцті нүкте (станция, тикет) – жерсеріктік анықтауға дейінгі координаталары белгілі пункт.

Жерсеріктік өлшеулердегі қателіктер – берілген деректерді дұрыс білмегендіктен туындайтын қателер. Оның ішіндегі бастысы эфемерид – жер серіктерінің қателіктері; сыртқы ортаның әсерінен болатын қателіктер, (ионосфера мен тропосфера); құрал-жабдық қателіктері, оларға – қабылдағыш антенналарының орналасу жағдайы; сонымен қатар, тіркейтін жерсеріктік қабылдағыштардың жұмысы жатады.

Геометриялық фактор – бақыланатын жер серіктерінің өзара дұрыс орналаспауынан болатын қателіктер.

Құралдардан болатын қателіктер – жер серіктеріндегі орналасқан аппаратурадағы жүйелердің дұрыс жұмыс істемеуіне байланысты қателіктер.

IGS (International GPS Service) – барлық жер шарын қамтитын халықаралық геодинамикалық жүйе.

EUREF – Еуропалық референцтік каркас.

Static – екі қозғалмайтын қабылдағыш арасындағы, дифференциалдық жерсеріктік бақылауларды статикалық орындау мерзімі.

Rapid Static - дифференциалдық жерсеріктік бақылауларды үдете отырып, статикалық орындау.

Инициализация мерзімі – бір нүктеде бақылау уақыты.

Сәулелік өлшеу әдісі – анықталатын пункттер жүйесі, бір тірек нүктесінен координатталады.

Жүйелік өлшеу әдісі – жерсеріктік нүкте орны, әрбір сызықта не жүйенің әр пунктінде анықталады.

Альманах – ЖНЖС туралы деректерді құрайтын радио дабыл.

Жүйелік уақыт – жер серігінен берілетін радиосигналдарды қабылдағышпен алғаш ұстаған кездегі тұрақты уақыт.

WGS-84 – 1984 ж. дүниежүзілік геодезиялық координаталар жүйесі.

ASCII – жерсеріктік деректерді көрсететін мәтіндік формат.

RINEX – әр түрлі типтес қабылдағыштар арасындағы тәуелсіз ауысым форматы.

Редуция – координаталарды бір жүйеден, басқа жүйеге түзетуді енгізе отырып ауыстыру.

IGS (International GPS Service) – геодинамикаға арналған GPS халықаралық қызметі.

OTF (Ambiguity fixing on the fly) – ұшудағы арнайы жылдам істеуші әдіс.

Real-Time Kinematik GPS (RTK GPS) – нақты уақыттағы жерсеріктік өлшеу және өңдеудің кинематикалық кезеңі.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
I тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР ПӘНІ ТУРАЛЫ	
ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР	5
1. Геодезиялық аспаптар мен жабдықтар туралы жалпы мәлімет.....	5
1.1. «Геодезиялық аспаптар» пәнінің мазмұны, мақсаты мен міндеттері.....	5
1.2. «Геодезиялық аспаптар» пәнінің басқа ғылымдармен байланысы.....	7
1.3. Геодезиялық аспаптар жасау тарихы.....	8
1.4. Геодезиялық аспаптарға қойылатын негізгі талаптар	11
1.5. Геодезиялық аспаптардың жүйелері мен стандарттары.....	13
1.5.1. Геодезиялық аспаптарды жіктеу.....	13
1.5.2. Геодезиялық аспаптардың стандарттары.....	14
1.5.3. Аспаптардың тәжірибелі үлгілерінің қабылдайтын сынауларын жүргізуді ұйымдастыру реті.....	17
II тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТЫҢ САПАСЫН	
МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	21
2.1. Геодезиялық аспаптарды метрологиялық қамтамасыз ету.....	21
2.2. Геодезиялық аспаптарды техникалық қамтамасыз ету түрлері.....	25
2.3. Геодезиялық аспаптарды жұмысқа дайындау.....	27
2.4. Геодезиялық аспаптарды пайдаланудың жалпы ережелері.....	30
III тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ	
ПАРАМЕТРЛЕРІ МЕН СИПАТТАМАЛАРЫН	
АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ.....	34
3.1. Геометриялық және механикалық сипаттамаларды анықтау.....	34
3.1.1. Оптикалық сипаттамаларды анықтау.....	35
3.1.2. Электрлік сипаттамаларын анықтау.....	38
3.1.3. Негізгі метрологиялық сипаттаманы анықтау.....	38

3.1.4.	Су және тозаңнан қорғауға сынау.....	41
3.1.5.	Ылғалдылыққа сынау.....	41
3.1.6.	Төмен атмосфералық қысымның әсеріне сынау.....	42
3.1.7.	Температураның әсеріне сынау.....	42
3.1.8.	Дірілге сынау.....	43
3.1.9.	Соққыға беріктігін сынау.....	43
3.1.10.	Сенімділікке сынау.....	44
IV тарау.	4. БАҚЫЛАУ-ӨЛШЕУ ЖАБДЫҚТАРЫ.....	46
4.1.	Геодезиялық аспаптарды тексеруге арналған бақылау-өлшеу жабдықтарын жіктеу.....	46
4.1.1.	Коллиматорлар.....	48
4.1.2.	Автоколлиматорлар.....	49
4.1.3.	Катетометрлер.....	49
4.1.4.	Штрихтық өлшемдері.....	50
4.1.5.	МК-1 компараторы.....	50
4.1.6.	Аббе компараторы.....	51
4.1.7.	Өлшеу микроскоптары.....	51
4.1.8.	Экзамениаторлар.....	51
V тарау.	ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ ОПТИКАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІ.....	55
5.1.	Геометриялық оптикадан мәлімет.....	55
5.1.1.	Геометриялық оптиканың негізгі заңдары.....	55
5.2.	Аспаптарда қолданылатын оптикалық жүйелер.....	57
5.2.1.	Айналар жүйесі.....	57
5.2.2.	Жазық – параллельді пластинкалар жүйесі.....	58
5.2.3.	Призмалар	59
5.2.4.	Линзалар жүйесі.....	64
5.2.5.	Центрленген оптикалық жүйе және оның негізгі жазықтықтары, нүктелері, фокустық ара қашықтықтары.....	65
5.3.	Аспаптардың оптикалық бөліктері.....	67
5.3.1.	Микроскоп.....	68
5.3.2.	Көру дүрбісінің үлкейтуін анықтау	70
5.4.	Көру дүрбісін зерттеу.....	72
5.4.1.	Көру дүрбісінің үлкейтуін анықтау.....	72
5.4.2.	Дүрбінің көру аясы бұрышын анықтау	74

VI тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАРДЫҢ	
МЕХАНИКАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІ.....	78
6.1. Теодолиттің осьтік құрылғысы мен механикалық	
бөліктері	78
6.1.1. Қысып қою бұрандалары.....	79
6.2. Теодолитті тексеру және түзету жолдары.....	81
6.3. Нивелирдің осьтік құрылғысы мен механикалық	
бөліктері	84
6.3.1. Нивелирдің тексерулері мен түзету жолдары.....	86
6.3.2. Дөңгелек деңгейлеуішті тексеру.....	88
6.3.3. Жіптік торды тексеру.....	88
6.3.4. Негізгі геометриялық шартты тексеру.....	88
6.4. Штативтер, консольдар және центрлеу	
құрылғылары	90
6.5. Деңгейлеуіштер.....	91
6.6. Теодолиттердің санақ алу құрылғылары.....	93
6.7. Шкалалы микроскопты зерттеу.....	96
6.8. Горизонталь дөңгелек алидаданың эксцентриситетін	
зерттеу.....	98
VII тарау. ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ТЕОДОЛИТТЕР ТУРАЛЫ	
ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТ.....	101
7.1. 3Т сериялы теодолиттер.....	101
7.2. Carl Zeiss (ГДР) теодолиттері.....	103
7.2.1. ТНЕО 010В.....	103
7.2.2. Теодолит ТНЕО 015В	104
7.2.3. Теодолит ТНЕО 020В	104
7.3. 4Т – сериялы оптикалық теодолиттер.....	104
7.4. Электронды теодолиттер.....	106
7.4.1. Лазер қондырылған LDT5D SQKKIA теодолиті	106
7.4.2. Leica Builder T100/T200, R100,R100M/R200,R200M	
электронды теодолиті.....	108
VIII тарау. ОПТИКАЛЫҚ, ЛАЗЕРЛІК ЖӘНЕ САНДЫҚ	
ЭЛЕКТРОНДЫ НИВЕЛИРЛЕР.....	110
8.1. Нивелирлер конструкцияларының ерекшеліктері	
мен сипаттамалары.....	110

8.2.	Нивелирлік рейкалар, олардың тексерулері	
8.2.1	Өзара биіктік анықтаудың жұмыстық өлшемдері.....	112
8.3.	Оптикалық нивелирлер.....	114
8.3.1.	ЗН2КЛ,ЗН3КЛ, ЗН5Л, Н-05 нивелирлері.....	115
8.4.	Dini 12/12t/22 сандық нивелирі	117
8.4.1.	DNA Leica Geosystems серияларының сандық электронды нивелирлері.....	120
8.4.2	SPRINTER электронды нивелирі.....	123
8.4.3	Лазерлі нивелирлер.....	125
IX тарау. ОПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЖАРЫҚ ҚАШЫҚТЫҚ ӨЛШЕУІШТЕР.....		128
9.1.	Жарық қашықтық өлшеуіштер теориясы.....	128
9.2.	Жарық қашықтық өлшеуіштердің жіктелуі.....	129
9.3.	“Топаз” СП2 жарық қашықтық өлшеуіші.....	130
9.3.1.	Шағылдырғыш.....	132
9.3.2.	Пайдалану бойынша жалпы нұсқау.....	132
9.4.	Жұмыс істеу тәртібі.....	132
9.5	Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштері.....	133
9.5.1.	Шағылыспайтын қашықтық өлшеуіштердің конструкциясы және геодезиялық жұмыстарда қолдану бойынша жалпы мәліметтер.....	133
9.5.2.	DISTO Pro/DISTO ProA.....	135
9.6.	Өндірістегі геодезиялық жұмыстарда лазерлік қашықтық өлшеуішті қолдану әдістері.....	136
X тарау. ЭЛЕКТРОНДЫ ТАХЕОМЕТРЛЕР		139
10.1.	Электронды тахеометрдің конструкциялық ерекшеліктері, құрылысы және жұмыс істеу тәртібі..	139
10.2.	Электронды тахеометрлер.....	142
10.2.1.	Trimble фирмасының тахеометрі.....	143
10.2.2.	Trimble S6 аспаптарының жаңа технологиялары.....	143
10.2.3.	Nikon ДТМ 333/352 – NPL 602/652 серияларының тахеометрлері	152
10.2.4.	TOPCON тахеометрі.....	154
10.2.5.	Ресейдің ЗТА5Р/ЗТА5РМ тахеометрі.....	157
10.3.	ЗТ5РМ электронды тахеометрінің құрылысы және	

онымен жұмыс істеу тәртібі.....	159
10.3.1. Қауіпсіздік шараларына нұсқау.....	160
10.3.2. Жұмыс істеу тәртібі.....	161
10.3.3. Оптикалық центрир және деңгейлеуішті тексеру, түзету.....	161
10.3.4. Көру дүрбісінің жіптік торының көлбеулігін тексеру.....	162
10.3.5. Көру дүрбісінің жіптік торын түзету, тексеру.....	162
10.3.6. Коллиматорлы көздегішті тексеру.....	163
10.3.7. Майлау.....	163
10.3.8. LEICA TPS – 300 сериялы тахеометр.....	164
10.3.9. Өлшеулерді өңдеу және теңестіру.....	166
10.3.10 TPS 400, Leica TS 407/405/403 сериялы электронды тахеометрлері.....	167
10.4. Leica TPS1200 сериясының тахеометрі.....	169
10.4.1. TPS1200 – тахеометрлерінің сипаттамалары мен мүмкіндіктері.....	172
10.4.2. TCR1205 R100/R300 модельдері	177
XI тарау. ҒАЛАМДЫҚ БАҒДАР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ АСПАПТАРЫ (GPS).....	181
11.1. Жер серігі мен навигациялық жүйе аспаптары.....	181
11.1.1. GPS қысқаша шолу.....	182
11.2. Кодты және фазалық өлшеулер.....	186
11.2.1. Геодезиялық GPS өлшеулердің концепциялары.....	187
11.2.2. GPS өлшеулердің әдістері.....	187
11.3. Кинематика.....	187
11.3.1. Дифференциалды өлшеулер.....	188
11.3.2. Жылдам статика	188
11.4. GPS-тің жұмыс істеу тәртібі.....	189
11.5. Қателерді түзету.....	190
11.5.1. Өлшеу түрлері.....	190
11.5.2. Өлшеу интервалы.....	191
11.5.3. Базалық станса.....	191
11.6. Геодезиялық жер серіктері және навигациялық GPS күрал-жабдықтары.....	192
11.6.1 4600LS Trimble.....	192

11.6.2. Trimble TS 5700 GPS қабылдағышы.....	192
11.6.3. Trimmark 3 Trimble радимодемі.....	196
11.6.4. LEICA GPS1200.....	197
11.6.5. Topcon GB-1000 қабылдағышы.....	200
11.6.6. Topcon HiPer.....	201
11.6.7. FC-2000 Контроллер.....	203
11.8. Garmin навигациялық GPS қабылдағыштары.....	206
11.8.1. eTrex-тің навигациялық GPS қабылдағышы.....	206
11.9. Garmin GPSMAP 176C/176/276 серияларының GPS қабылдағыш навигаторлары.....	207
11.9.1. Картографиялық мүмкіндіктері.....	207
11.9.2. Қолдану саласы.....	208
11.9.3. GARMIN GPS - map 176C навигаторының қосымша параметрлері.....	210
11.9.4. GPS III Plus.....	210
XII тарау. ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРЛЕР.....	212
12.1. Лазерлік сканирлердің ерекшеліктері.....	212
12.1.1. Optech(ILRIS)-тің лазерлік сканирлеу жүйесі.....	214
12.2. SCANSTATION лазерлік сканері.....	218
12.2.1. Leica SCANSTATION, HDS6000, Leica ScanStation 2 сканерлері.....	218
12.2.2. ScanStation-2 лазерлік сканері	221
12.2.3. HDS6000 сканері	223
12.2.4. Riegl – лазерлік сканері.....	224
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	227
ГЛОССАРИЙ.....	228

Оқулық басылым

**Нұрпейісова Маржан Байсанқызы
Рысбеков Қанай Бақытұлы**

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ АСПАПТАР

*РБ бастығы
Редакторы
Компьютерде беттеген*

*З.А. Ғұбайдулина
К. Мүптекеқызы
Б.Қрамбаева*

Басуға қол қойылды _____ 2010 ж
Пішімі 60x84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.
Шартты баспа табақ 14,3. Есепті баспа табақ 15,3.
Таралымы 500 дана.
Тапсырыс № . Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық
университетінің басылымы
ҚазҰТУ-дың Ғылыми-техникалық баспа орталығы,
Ладыгин көшесі, 32

ISBN 978-601-228-204-7



9 786012 282047