

Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі
Академик Қ.И.Сатпаев атындағы Екібастұз инженерлік- техникалық
институті
Инженерлік факультет

«Құрылыс» кафедрасы

Омашев Ө.О. Ұнайбаев Б.Ж. Қамбаров Ж.Қ. Омашева Г.Ө.

Геодезия 1

0507029 – «Құрылыс» мамандығы бойынша бакалаврлерді
дайындауға арналған оқулық

Екібастұз 2007

УДК
ББК

Геодезия І пәніне арналған оқулық ЕИТИ оқу-әдістемелік кеңесінде қаралып бекітілген

Протокол № « » 2007 ж.

Кеңес төрағасы:

Техника ғылымының докторы, профессор Нурмагамбетов Ж.О.

Пікір білдірушілер: Техника ғылымының докторы, Кар ГТУ профессоры Низаметдинов Ф.К .

Техника ғылымының докторы, Л.Н. Гумилев атындағы ЕНУ профессоры Жүсіпбеков А.Ж.

Омашев О.О. Унайбаев Б.Ж. Қамбаров Ж.Қ. Омашева Г.О.

Геодезия І: Академик Қ.И. Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институт - 2007жыл,бет.

ISBN

Оқу құралы 050729 – Құрылыс мамандығы бойынша Қазақстан Республикасының 3.08.104-2004 Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандартына сәйкес жазылған. Бұл оқу құралын басқадай да инженерлік мамандықтары қолданыуына болады. Оқулық жоғарғы оқу орындарының инженерлік мамандықтағы студенттеріне: геодезия туралы жалпы мәліметтер; геодезиялық өлшеулер; түсіру түрлері, олардың жіктелуі; құрылыстағы геодезия туралы баяндайды. Оқулықта бакалавриаттар үшін қарастырылған тақырыптар бойынша: дәрістерден; сынақтық сұрақтардан, зертханалық (студиялық) және есептік графикалық жұмыстардан тұрады.

ББК

ISBN

© Омашев О.О., Унайбаев Б.Ж. Қамбаров Ж.Қ. Омашева Г.О

Алғы сөз

Техникалық жоғарғы оқу орындарында кредиттік жүйеде оқуда оқулықтарға ерекше талап қойылады. Үйткені студенттерге өз бетімен пәнді меңгеруіне оқулықтар үлкен мүмкіндік туғызуы қажет. Сондықтан әрбір тақырып теориялық материалдардан және ол тақырыпты меңгеру үшін студенттерге арналған өзіндік сұрақтар мен практикалық жұмыстардан тұрады. Оқулық күндіз және сырттай оқитын студенттерге арналған.

КІРІСПЕ

Геодезия пәнінің мәні және негізгі міндеттері, дамуы туралы қысқаша шолу, басқа пәндермен байланыстылығы

Жердің пішіні мен мөлшерін анықтайтын, оның бетін планға, картаға түсіретін, жердің кескінін жасайтын және әр түрлі инженерлік жұмыстарды жобалауға, жүргізуге және пайдалануға қолданылатын әр түрлі өлшеу тәсілдері туралы ғылымды- *геодезия* дейді.

Грек тілінде жерді «геоид» дейді, осыған байланысты жерге арналған ғылымдардың көпшілігі осы буынмен басталады: геодезия, геоботаника, геометрия, геомеханика, тағы басқалар. Осы ғылымдардың бәрі бір-бірімен тығыз байланысты. Жер өлшеу әдістері мен ірі құрылыстардың көрнекті ескерткіштері дүние жүзінде бірнеше жерлерде бар. Солардан мысал келтірелік. Біздің заманымыздан бұрынғы 6-ғасырда Ніл өзенінің бойында салынған суару жүйелері мен каналдарда геодезиялық өлшеулер қолданылған. Ежелгі Мысыр (Египет) елінде орасан зор құрылыстар салынған. Мысалы Египет патшаларының өздері тірі кездерінде салғызған пирамидаларының ішіндегі ең үлкені Хеопс пирамидасының төрт қырының әрқайсысы 2330,13 метрден де, ал бір-бірінен айырмашылығы 2 см. ден аспайды. Египет пирамидалары әлемнің «жеті кереметінің» бірі болып саналады. Мұндай құрылыстарды салу арнаулы геодезиялық өлшеулерсіз жүргізулері мүмкін емес.

Біздің заманымыздан 4 ғасыр бұрын өмір сүрген грек математигі Евдем «Жерді өлшеу нәтижесіндегі мысырлықтар геометрия ғылымын ойлап шығарды» - деп жазған. Жер өлшеу өнерін мысырлықтардан үйренген гректер, оны алғашқы кезде «геометрия» деп атаған. Геометрия заңдары жер өлшеуде әрдайым қолданылады, бірақ геометрияның негізгі мақсаты ол емес. Сондықтан барлық ғылымдарға ұстаздық еткен ұлы ғалым – «бірінші ұстаз» Аристотель, жер өлшеуді «ғылыми геометриядан бөліп айту үшін оны «геодезия» деп атаған.

Бұдан кейін геодезия Үндістанда, Орта Азияда, Араб елдерінде дамыды. Араб мәдениетінің дамыған кезінде Аристотельден кейінгі дүние жүзінде білім мен мәдениеттің «екінші ұстазы» аталған, данышпан, әмбебап ғалым Әбу Насыр Әль-Фараби геодезия ғылымы және геодезиялық оптикалық аспаптар жөнінде өзінің «Ғылымдардың тізбегі» атты еңбегінде «геодезия» арқылы адамзат алыс орналасқан, көз жетпейтін заттардың мөлшерін, шамасын, бір затпен екінші заттың ара қашықтығын, биіктігін, тереңдігін және т.б. анықтауға болады деп жазған. Кей кезде қателеспес үшін өлшеулерде әр түрлі оптикалық аспаптар да қолданылады деген.

Геодезиялық өлшеулер туралы Орта Азия мен Шығыстың ұлы ғалымы Абу Райхан Бируни үлкен мұра қалдырды. Г. Галилей жасаған көру дүрбісінің (1609ж.) көмегімен жүргізілген геодезиялық өлшеудің дәлдігі жоғары болды. 17-ші ғасырда И. Ньютон ашқан бүкіл әлемдік тартылыс заңының көмегімен жердің шар емес, айналу осінің бағыты бойынша сығылған эллипсоид екені дәлелденді. Ресейдегі геодезиялық жұмыстар 18 ғасырда Ресей ғылымдар академиясының ашылуынан басталды. 1701 жылы І-ші Петрдің жарлығы бойынша «математика және навигация» мектебі ашылды. Сол жылдары Ремезовтың «Үлкен сызба кітабы» атты атласы жарық көрді. 1739 жылы географиялық департамент құрылып, 1758-65 жж. орыстың ұлы ғалымы М.В. Ломоносов оның жетекшісі болды.

Орта Азияның картасын жасауда қазақтың ұлы ғалымы Шоқан Уалихановтың еңбегі өте зор. Шоқанның басқаруымен “Балхаш пен Алатау аралығы картасы”, “Қытай империясының батысының картасы”, т.б. карталар сызылған

Геодезия ежелгі ғылымдардың бірі бола келе, өзінің даму сатысында, ол жоғары геодезия, геодезия (топография), радиогеодезия, ғарыштық геодезия, картография, аэрофото-топография және инженерлік геодезия деген ғылыми салаларға бөлінеді.

Бұлардың мақсаты мен міндеті ортақ болғанымен, әрқайсысының өз объектісі, өз зерттеу тәсілі, өз теориясы бар.

Жоғарғы геодезия – Жердің пішіні мен көлемін зерттейді және жер бетінің әрқилы нүктелерінің координаталарын бір жүйеде анықтайды, яғни еліміздің барлық территориясының мемлекеттік геодезиялық негізін жасайды.

Жер бетінің шағын аймақтарын жазықтық ретінде қарап, оны өлшеу және қағаз бетіне түсіру төменгі **геодезияның (топографияның)** жұмысы.

Аэросуреттер бойынша топографиялық карта жасаудың әдістерін зерттейтін және оны жетілдірумен шұғылданатын ғылым **аэрофототопография** деп аталынады.

Жалпы Жер бетінің немесе оның бөлшектерінің карталарын жасау және пайдалану әдістерін зерттеу **картографияның** жұмысы.

Инженерлік геодезия құрылыс жұмыстарының, табиғат байлықтарын пайдаланудың т. б. инженерлік жұмыстардың есептерін шешеді. Мұнда жоғарғы геодезияның да, топографияның да, сурет топографиясында және маркшейдерлік істің де негіздері қолданылды.

Ғарыштық геодезия – жасанды жер серіктері арқылы алынған геодезиялық деректерді пайдалана отырып, зерттеу жұмыстарын жүргізеді.

Геодезия мен маркшейдерлік іс – бірімен бірі тығыз байланысты, бір саладағы ғылымдар.

Егер де геодезия жер бетінде өлшеу жұмыстарын жүргізіп, план мен карта жасап және инженерлік шешімдермен айналысса, маркшейдерлік іс жер қойнауындағы мол байлықты зерттеуде және оларды қазып алудағы тау-кен өнеркәсібінің дұрыс және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, пайдалы қазбалардың құрылымдық және сапаалық ерекшеліктерін график түрінде өрнектейді, яғни жер қойнын геометриялайды, табиғат және өндірістік әсерлерден пайда болған жер қабатының қысымын және тау жыныстарының, жер бетінің веритикаль және горизонталь бағыттарындағы қозғалыстарын зерттейді.

Геодезия басқа ғылымдармен тығыз байланысты. Геодезиялық өлшеулер жер бетінде, оның қойнауында, атмосфера қабатында, теңізде және космоста әртүрлі арнаулы аспаптар мен құралдар арқылы жүргізіледі. Сол аспаптардың құрылысын зерттеуде, жасап шығаруда геодезия физика, механика, химия, радиоэлектроника т.б. ғылымдардың деректеріне сүйенеді. Геодезиялық өлшеулердің нәтижесі өзіне сәйкес есептеулер арқылы өңделеді. Соған байланысты геодезияда ғылыми математикалық өңдеу және өлшеу нәтижелерінің сапасын бағалауға көп көңіл бөлінеді, сондықтан математиканың маңызы өте зор. Соңғы кезде геодезияда автоматика, телемеханика, радиоэлектроника кең орын алып келеді.

Сынақтық сұрақтар

- 1 Геодезия – дегеніміз не?
- 2 Геодезияның қысқаша даму тарихы және қазақ ғалымдарының үлесі;
- 3 Геодезияның басқа ғылымдармен байланыстылығы;
- 4 Геодезия қандай ғылыми салаларға бөлінеді және сол салалар қандай жұмыстармен шұғылданады?

Мазмұны

КІРІСПЕ

Геодезия пәнінің мәні және негізгі міндеттері, дамуы туралы қысқаша шолу, басқа пәндермен байланыстылығы

1 ГЕОДЕЗИЯ ТУРАЛЫ НЕГІЗГІ МӘЛІМЕТТЕР

1.1 Жердің пішіні мен мөлшері туралы негізгі мәліметтер

1.1.2 Геодезиядағы координаталар жүйесі

1.1.3 Гаус-Крюгердің тік бұрышты координаталар жүйесі

1.1.4 Бағытты бағдарлау. Азимуттар, румбалар, дирекциондық бұрыштар. Олардың арасындағы байланыс

1.1.5 Сынақтық сұрақтар

1.1.6 Есептік -графикалық жұмыс

1.2 Топографиялық пландар мен карталар

1.2.1 Жер бетін жазықтықта бейнелеу (план, карта, кескін).

1.2.2 Масштабтар, олардың дәлдігі

1.2.3 Пландар мен карталардың атаужүйесі

1.2.4 Пландар мен карталардың шартты белгілері

1.2.5 Жер бетінің бет-бедері, оны пландық карталарда белгілеу

1.2.6 Құрылыстарды жобалау кезіндегі план мен карта арқылы шешілетін мәселелер.

1.2.7 Сынақтық сұрақтар

1.2.8 Есептік -графикалық жұмыс

2 ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР

2.1 Өлшеу жұмыстары мен өшеу қателері теориясынан мәлімет

2.1.1 Геодезияда жүргізілетін өлшеулер

2.1.2 Есептеу жұмысының негізгі ережелері

2.1.3 Өлшеу қателері

2.1.4 Кездейсоқ қателердің негізгі қасиеттері

2.1.5 Орташа квадраттық, шекетік және салыстырмалы қателер

2.1.6 Сынақтық сұрақтар

2.1.7 Есептік жұмыс

2.2 Ұзындық өлшеулер

2.2.1 Ұзындықты (арақашықтықты) тікелей өлшеу аспаптары және өлшеу аспаптарын салыстыру

2.2.2 Қашықтықты болат таспалармен және рулеткалармен өлшеу;

2.2.3 Ұзындықты (қашықтықты) жанама тәсілдермен өлшеу;

2.2.4 Ара қашықтықтарды радио және жарық сәуле қашықтық өлшеуіштер арқылы анықтау.

2.2.5 Сынақтық сұрақтар

2.2.6 Зертханалық жұмыс

2.3 Бұрыштық өлшеулер

2.3.1 Горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеу принципі

2.3.2 Теодолиттің бөліктері, оның кәзіргі кезде жиі қолданылатын

түрлері және олардың қосымша жабдықтары

2.3.3 Теодолиттерді тексеру және оларды түзету

2.3.4 Горизонталь бұрыштарды өлшеу

2.3.5 Вертикаль жазықтықта еңістік бұрыштарды өлшеу

2.3.6 Сынақтық сұрақтар

2.3.7 Есептік -графикалық жұмыс

2.4 Нивелирлеу

2.4.1 Нивелирлеу түрлері, нивелирлер

2.4.2 Нивелирлік рейкалар, балдақтар (қазықтар), башмақтар

2.4.3 Нивелирлеу тәсілдері

2.4.4 Нивелирлеу кезінде жердің қисықтығы мен рефракцияны ескеру

2.4.5 Нивелирлерді тексеру және оларды түзету

2.4.6 Сынақтық сұрақтар

2.4.7 Зертханалық жұмыстар

3 ТҮСІРУ ТҮРЛЕРІ, ОЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

3.1 Геодезиялық торлар туралы түсініктер

3.1.1 Геодезиялық түсіру жұмыстарды жүргізудің негізгі принциптері;

3.1.2 Геодезиялық тірек тораптары;

3.1.3 Мемлекеттік геодезиялық және жиілету тораптары;

3.1.4 Топографиялық түсіру және түсірушілік негіздемелері;

3.1.5 Сынақтық сұрақтар.

3.2 Теодолиттік және анатикалық түсіру

3.2.1 Теодолиттік түсірістің мәні және жұмыс тәртібі;

3.2.2 Теодолиттік жүрістерді геодезиялық тірек торларының пункттеріне байланыстыру;

3.2.3 Жер бетінің ситуациясын түсіру

3.2.4 Теодолиттік түсіру нәтижелерін өңдеу

3.2.5 Теодолиттік түсірістің планын сызу

3.2.6 Анатикалық түсіру әдісі

3.2.7 Сынақтық сұрақтар

3.2.8 Есептік-графикалық жұмыс

3.3 Тахеометриялық түсіру

3.3.1 Тахеометриялық түсірудің маңызы

3.3.2 Тахеометриялық түсіру кезіндегі пайдаланатын аспаптар

3.3.3 Тахеометриялық жүрісті теодолит пен орындау. Станциядағы жұмыс реті, далалық журналды толтыру мен абрисы салу

3.3.4 Тахеометриялық түсірістің нәтижелерін өңдеу

3.3.5 Тахеометриялық түсіруді автоматтандыру

3.3.6 Сынақтық сұрақтар;

3.3.7 Есептік -графикалық жұмыс

3.4 Мензулалық және фотограмметриялық түсірулер

3.4.1 Мензулалық түсірулер мәні

3.4.2 Мензулалық түсірісте қолданылатын аспаптар және оларды тексеру

- 3.4.3 Мензуланы станцияда орнату
- 3.4.4 Мензулалық түсіріс пункттері
- 3.4.5 Ситуация мен рельефті түсіру
- 3.4.5 Фототограмметриялық түсірістер туралы түсінік
- 3.4.6 Сынақтық сұрақтар.

3.5 Нивелирлік түсіру

- 3.5.1 Жербетін нивелирлеу әдістері
- 3.5.2 Сызықты имараттарды нивелирлеу
- 3.5.3 Трассаның профилін сызу
- 3.5.4 Жер бетін нивелирлеу
- 3.5.5 Сынақтық сұрақтар
- 3.5.6 Есептік -графикалық жұмыс

4 ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ГЕОДЕЗИЯ

4.1 Инженерлік ізденіс кезіндегі геодезиялық жұмыстар

- 4.1.1 Ізденіс түрлері;
- 4.1.2 Құрылыстар салуға алаңды таңдап алу және онда жүргізілетін ізденіс жұмыстары;
Сызықты имараттарда жүргізілетін инженерлік- геодезиялық
- 4.1.3 ізденістің ерекшеліктері
- 4.1.4 Камералық трассалау
Құрылыс салынатын аумақтарда геодезиялық тіректік тораптарын жасау;
- 4.1.5 Сынақтық сұрақтар;
- 4.1.6 Есептік -графикалық жұмыс

4.2 Жобалау жұмыстары кезінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

- 4.2.1 Бас жоспар;
- 4.2.2 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттар жобаларын көшіруге дайындық
- 4.2.3 Горизонталь және еңіс алаңдарды жобалау;
- 4.2.4 Жерді жұмыстарының картограммасын жасау және жер жұмысының көлемін есептеу
- 4.2.5 Сынақтық сұрақтар
- 4.2.6 Тәжірибелік сабақ
- 4.2.7 Есептік- графикалық жұмыс

4.3 Ғимараттар мен имараттардың жобасын жергілікті жер бетіне көшірудегі геодезиялық жұмыстар

- 4.3.1 Бөлу жұмыстарының мәні
- 4.3.2 Ғимараттардың, имааттардың, коммуникация трассаларының өстерін жер бетіне салу әдістері
- 4.3.3 Ғимараттардың габариттері арқылы өтетін остерін бөлу
- 4.3.4 Остерді монтаждық горизонттарға көшіру
- 4.3.5 Сынақтық сұрақтар
- 4.3.6 Есептік- графикалық жұмыс

4.4 Ғимараттар мен имараттардың жер асты бөліктерін геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз ету

- 4.4.1 Құрылыс алаңын вертикаль бағытта тегістеу;
- 4.4.2 Қазаншұңқырды салудағы жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.4.3 Іргетасты салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.4.4 Сынақтық сұрақтар;
- 4.4.5 Есептік- графикалық жұмыс.

4.5 Инженерлік құрылыстардың жер бетіндегі бөлігін салу кезіндегі геодезиялық қызметпен қамтамасыз ету

- 4.5.1 Құрастырмалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыс;
- 4.5.2 Кірпішті және тұтасқұймалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.5.3 Өнеркәсіптік ғимараттарын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар;
- 4.5.4 Металлды құрылымдарды жинақтауда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.5.5 Сынақтық сұрақтар.

4.6 Ғимараттар мен құрылыстардың құрылымының шөгуін және жылжуын бақылау туралы мәліметтер

- 4.6.1 Инженерлік құрылыстың деформациясының түрлері және олардың пайда болу себептері;
- 4.6.2 Деформацияны бақылауды ұйымдастыру және оның міндеттері;
- 4.6.3 Деформацияны бақылау өлшемдерінің дәлдігі және оны жүргізу мерзімі;
- 4.6.4 Деформацияны бақылау үшін қойылатын геодезиялық белгілер, оларды орналастыру және бақылау
- 4.6.5 Сынақтық сұрақтар.

Әдебиеттер тізімі

1 ГЕОДЕЗИЯ ТУРАЛЫ НЕГІЗГІ МӘЛІМЕТТЕР

1.1 Жердің пішіні мен мөлшері туралы негізгі мәліметтер;

1.1.2 Геодезиядағы координаталар жүйесі;

1.1.3 Гаус-Крюгердің тік бұрышты координаталар жүйесі;

1.1.4 Бағытты бағдарлау. Азимуттар, румбалар, дирекциондық бұрыштар. Олардың арасындағы байланыс;

1.1.5 Сынақтық сұрақтар;

1.1.6 Есептік -графикалық жұмыс.

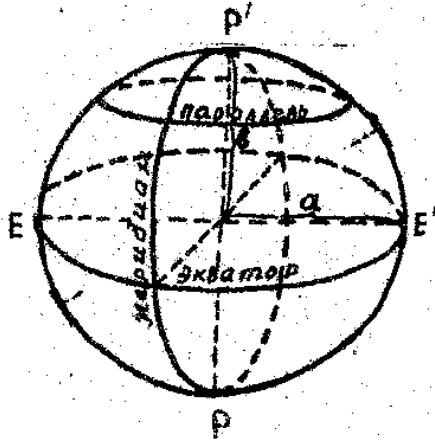
1.1 Жердің пішіні мен өлшемдері туралы мәліметтер

Жер – күн жүйесіндегі планеталардың бірі. Жердің шар тәрізді екендігіне бірінші өзінің ойын айтқан б. э. д. VI ғасырда өмір сүрген грек ғалымы Пифагор еді, ал осы ойды дәлелдеген және Жердің радиусын есептеп шығарған б. э. д. III ғасырда өмір сүрген Египет ғалымы Эратосфен болды. Кейіннен ғалымдар Жердің полюстарда қысыңқы екендігін дәлелдеген. Осындай пішін математикада *айналу эллипсоиды* деп аталады, өйткені олар эллипсоидтың кіші осі арқылы айналуынан пайда болады. Жер эллипсоидында полюстық ось, экваторлық остен кіші болады.

Жер қыртысы әр түрлі қыраттар мен ойпаттардан тұрады, сондықтан ол дұрыс геометриялық пішін емес. Жердің шамалы ғана бөлігін (29%) құрлық, ал 71% -ін дүние жүзілік мұхит алып жатыр. Ондағы сулардың беті ауырлық күші әсерінен деңгей бетті құрайды. Сол себептен жер беті үшін, шамамен дүние жүзілік мұхит және теңіз суларының тыныш жағдайына сәйкес келетін *деңгейлік беті* алынады. Құрлық астынан оймен жалғастырылып жүргізілген мұндай бет, тұйық кескін жасайды және кез келген нүктесінде жердің ауырлық центріне бағытталған тіктеуіш сызықтарды тік бұрыш жасап қиып өтеді. Осы деңгейлік бет *геоид* деп аталады. Геоид –гректің гео- жер және daio – бөлу деген сөздерінен алынған. Жер бетінің әрбір нүктесінің өз деңгейлік беті бар. Мысалы, мұхиттық деңгейлік бетке В –нүктесі арқылы жүргізілген параллель жазықтық – В нүктесінің деңгейлік беті деп аталынады т.б. (1.2- сурет). Жер ішіндегі массалардың бірқалыпты таралмағандығынан, геоид бетінің пішіні қиын және дұрыс емес болып келеді, сондықтан Жердің математикалық пішіні ретінде геоидке көлемі ұқсас пішін *-айналу эллипсоиды* алынады. Жер эллипсоидының өлшеніп, бағытталған түрін *референц-эллипсоид* дейді. Біздің елімізде, Жер эллипсоидының мөлшерін үлкен дәлдікпен 1940 жылы Ф.Н.Красовскийдің басқаруымен орыс ғалымдары анықтаған референц-эллипсоиды қолданылады. Оның үлкен жарты осі $a = 6878245$ м, кіші жарты осі $b = 6356863$ м; және сферойдтың қысыңқылығы $\alpha = (a-b) : a = 1 : 298,3$. Бұл көрсеткіштер жоғарғы геодезияда және картографияда қолданылады.

Инженерлік геодезияда және топографиялық жұмыстарда жердің пішіні ретінде, шартпен көлемі жер эллипсоидның көлеміне тең -шар алынады. Оның радиусы $R = 6371,11$ км.

Жердің өз осінде айналуынан оның бетінде күн мен түн алмасып, күн тәулігі аяқталады. Осы осі PP' (сурет 1.1) жердің айналу осі деп атайды. Бұл осьтің жер бетімен қиылысатын екі нүктесі – Солтүстік пен Оңтүстік полюстер деп аталынады.



Сурет -1.1



Сурет-1.2

Жердің айналу осіне тік бұрыш жасап және оның дәл ортасын кесіп өтетін жазықтықты экватор жазықтығы дейді (сурет 1.1). Экватор жазықтығы мен жер бетінің қиылысу сызығы –экватор деп аталады. Жердің айналу осі арқылы өтетін жазықтық – меридиан жазықтығы (сурет 1.1) делінеді де, ал сол жазықтықтың жер бетімен қиылысу сызығы –географиялық меридиан деп аталады. Халықаралық келісім бойынша Лондон жанындағы Гринвич обсерваториясы арқылы өтетін меридиан, бастапқы (бірінші) меридиан деп аталады. Экваторлық жазықтыққа параллель жазықтықтардың жер бетімен қиылысу сызықтарын параллельдер деп атайды. Ауырлық күшінің әсерінен жердің ортасына (центріне) бағытталған сызық – тіктеуіш сызық деп аталады және ол негізгі координаталық ось (H) болып есептелінеді (сурет 1.2).

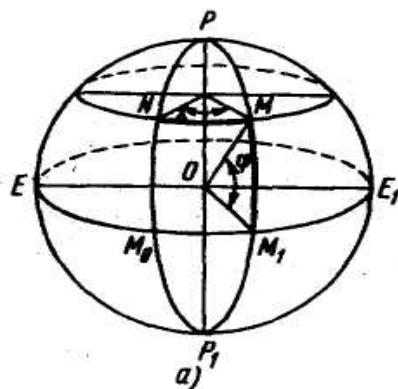
1.1.2 Геодезиядағы координаталар жүйесі

Жер бетіндегі нүктенің орнын координаталар жүйелері арқылы анықтайды. Геодезияда координаталар жүйесінің мынадай түрлері қолданылады: географиялық, геодезиялық, полюстық және тік бұрышты.

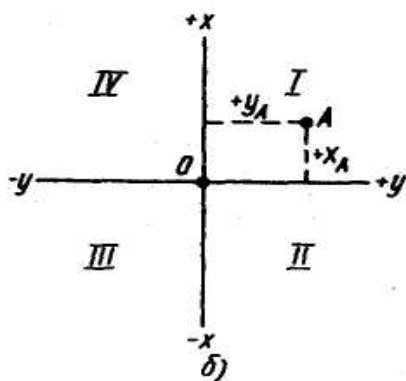
Географиялық координаталар, ендік және бойлық арқылы анықталады (1.3 сурет). Ендік берілген нүкте – M арқылы өтетін тіктеуіш сызықпен экватор жазықтығы арасындағы бұрыш (φ), ал бойлық – сол M нүктесі арқылы өтетін меридиан мен бастапқы меридиан жазықтықтары арасындағы бұрыш (λ). Бойлық бастапқы (Гринвич) меридианнан басталып $0^\circ \dots 180^\circ$ –қа дейін, батысқа –батыс бойлық, шығысқа-шығыс бойлық болып есептелінеді. Ендік экватордан екі жаққа солтүстік және оңтүстікке

карай 0^0 -тан 90^0 -қа дейін саналады. Ендік солтүстік жарты шары –оң, оңтүстікке –теріс болып келеді.

Жер бетіндегі кез келген нүктелердің орнын астрономиялық бақылаулар арқылы анықтауға болады, олар **астрономиялық координаталар** деп аталады. Егер нүктелердің орны геодезиялық өлшеулер арқылы немесе ғарыштан бақылаумен анықталса,оны **геодезиялық координаталар** дейді.



Сурет-1.3



Сурет-1.4

Егер геодезиялық жұмыстар шағын жер бөлімшесінде жүргізілсе, онда жердің сфералығы ескерілмейді де, жер бетіндегі нүктелердің орны тік бұрышты координаталар арқылы анықталады (сурет 1.4). Тік бұрышты координаталар жүйесі бір нүкте (координаталар басы 0) арқылы өтетін, жазықтығы X және Y осьтерінің жиынтығы. Геодезияда X осі –абцисса, ал Y – ордината осьтері болып аталынады. X_A мен Y_A координаталары A –нүктесінің проекциясы A-нің X пен Y осінен қандай қашықтықта орналасқанын көрсетеді (сурет 1.4). X , Y координаталары ширектерге байланысты оң да, теріс те болып келеді.

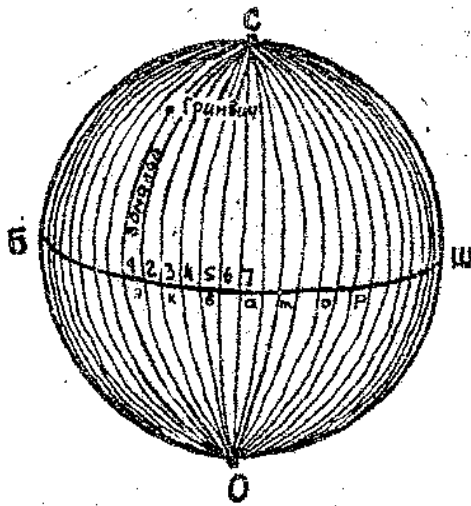
Жер бетіндегі нүктелердің орнын толық көрсету үшін, олардың тағы бір координатасын білу қажет, ол биіктігі. *Биіктік* деп- нүктенің деңгейлік беттен тіктеуіш бағытпен қанша биіктікте тұрғанын айтады (сурет 1.2). Біздің елімізде орташа деңгейлік бет үшін Балтық теңізіндегі Кронштадт футштогінің нөлі алынады, оны бізде Балтық теңізінің деңгей беті дейді. Мысалы, B нүктесінің биіктігі H_B -абсолюттік биіктік болса, A нүктесі мен B нүктесі арасындағы биіктік,- салыстырмалы биіктік немесе екі нүкте арасындағы өсімше болып табылады.

1.1.3 Гаус-Крюгердің тік бұрышты координат жүйесі

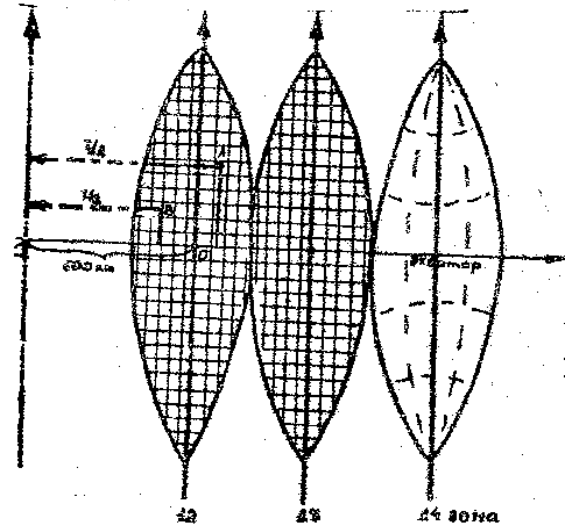
Жердің бетін немесе оның жеке бөлшектерін планға, картаға түсіру үшін оның әрқилы биіктікте орналасқан нүктелері жазықтық бетке проекцияланады. Проекциялану кезінде мына төменгі шарттар сақталуы қажет:

- жер бетіндегі ара қашықтықтардың шамалы ғана ауытқуы;
- жер бетіндегі бұрыштардың проекцияға ешқандай өзгеріссіз түсірілуі;
- географиялық координаталардан тік бұрышты координаталар жүйесіне көшу мүмкіндігі.

Осы жоғарыда айтылған шарттарға көлденең цилиндрлік деп аталынатын неміс ғалымы Гаусс ұсынған проекция тәсілі сай келеді.



Сурет-1.5



Сурет-1.6

Бұл проекцияда Жер эллипсоидының беті зоналарға бөлінген. Ол зоналар (сурет-1.5) шығысы мен батысында меридиандармен шектеліп, оңтүстік полюспен солтүстік полюске қарай созылып жатады.

Зоналардың бойлықтағы ені 6^0 болып келеді, номерлері Гринвич меридианынан шығысқа қарай белгіленеді.

Гаусс проекциясында зоналардың орталық (осьтің) меридианы алыстаған сайын қашықтықтар аздаған өзгеріс табады.

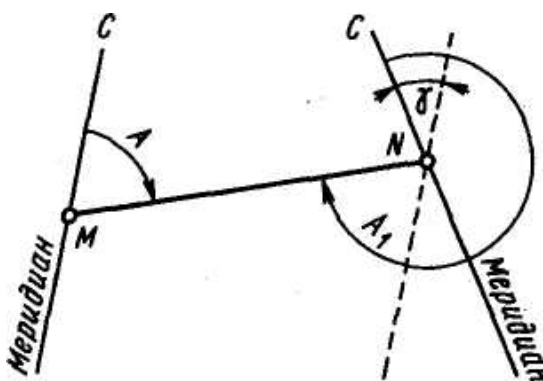
Кей уақытта үлкен дәлдікті қажет ететін жұмыстарда жер шарының бетін жазықтыққа 3^0 зоналар арқылы проекциялайды. Зоналардың осьтік меридианы (X), экваторы (Y) жазықтықта өзара перпендикуляр түзу сызықтармен кескінделеді, олардың қиылысу нүктесі координаталар басы болады.

Қазақстан солтүстік жарты шарда жатқандықтан барлық нүктелердің абсциссалары X оң болып, ординаталары $-Y$ әр зонаның осьтік меридианнан шығыс жағында $-oң$, батысында $-теріс$ болып келеді. Теріс ординаталардан жұмыс істеудің кей уақытта қолайсыздығынан Y $-oсін$ ң басын батысқа қарай 500 км-ге шегеру келісілген. Топографиялық карталарда нүктенің қай зонада орналасқанын білу үшін Y мағынасының алдына сол зонаның номері жазылады. Әрі қарай, әр зона осьтік меридианмен экваторға параллель етіп жүргізілген кереге көз сызықтарға бөлініп, олар тік бұрышты координаталар торы не километрлік тор деп аталынады.

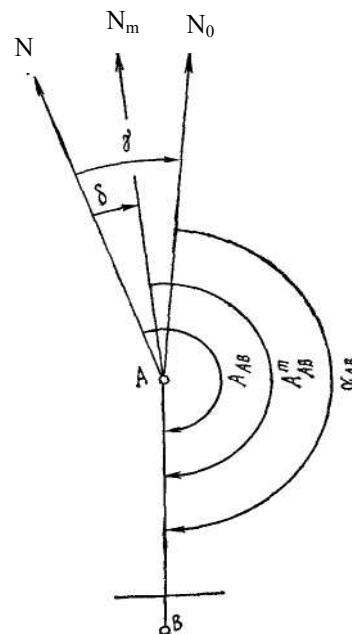
1.1.4 Бағытты бағдарлау. Азимуттар, румбалар, дирекциондық бұрыштар. Олардың арасындағы байланыс

Жергілікті жерде, картамен немесе сызбалармен жұмыс істегенде сызықтардың жер бетіндегі бағытын дүние тұстары арқылы немесе берілген тұрақты бағыт ретінде алынған бағыттан анықтайды. *Бағытты бағдарлау*, - берілген тұрақты бағыт сызығымен, анықталатын сызық бағытының арасындағы бұрышты анықтауды айтады. *Берілген тұрақты бағыт ретінде*-нақты (географиялық), магниттік меридиандар немесе тік бұрышты координаталардың абцисса осі алынады. *Сызықтардың бағыттық бұрыштары ретінде*-нақты және магниттік азимуттар, дирекциондық бұрыш және румбалар алынады. Жергілікті жердегі заттарды компас не бусоль арқылы бағыттауға болады. Ақиқат меридианның солтүстік бағытынан бір затқа қарай сағат нұсқарының бағытымен есептелген жергілікті жердегі немесе картадағы горизонталь бұрышты **азимут** деп атайды. Азимут арабшадан аударғанда «бағыт» дегенді білдіреді.

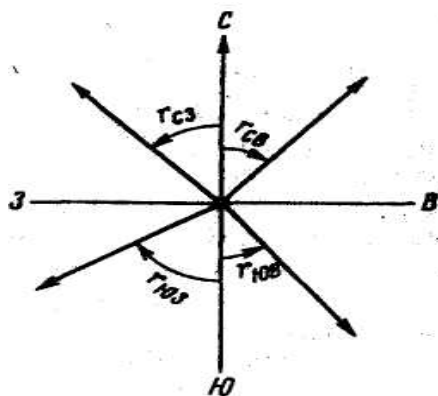
Берілген бір нүктеде меридианды астрономия тәсілімен тапсақ, онда *ақиқат (негізгі) меридиан* (географиялық), ал магнит нұсқары арқылы тапсақ, магниттік меридиан болып аталады. Осыған сәйкес өлшенетін азимутта *ақиқат (негізгі)* A_H «1.8 суретте» (A_{AB}) және A_M «1.8 суретте» (A^m_{AB}) магниттік азимут болып келеді.



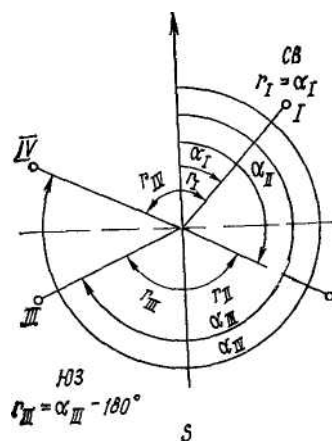
Сурет-1.7



Сурет-1.8



Сурет – 1.9



Сурет-1.10 Дирекциондық бұрыш пен румбалар арасындағы байланыс

Жер бетіндегі нүктенің магниттік меридианы оның географиялық меридианына сәйкес келмейді (1.8-сурет), олардың арасындағы горизонтальдық бұрыш *магнит нұсқарының бұрылуы*(δ) деп аталады. Егер нұсқардың солтүстік үші негізгі меридианнан шығысқа қарай бұрылса, нұсқардың бұрылуы – δ шығыстық, батысқа қарай бұрылса – δ батыстық бұрылу бұрышы болады, шығыстық бұрылу – оң (+), ал батыстық бұрылу – теріс (-) таңбалы болып келеді. Егер δ – шамасын білсек, онда магниттік азимуттан ақиқат (географиялық) азимутқа төменгі формула арқылы көшуге болады.

$$A_{AB} = A^m_{AB} + \delta \quad (1.1)$$

Магнит нұсқарының бұрылу шамасы жер бетінің әр жерінде әр түрлі болып келеді, ТМД-да δ -ның шамасы 0 градустан 20 градусқа жуық. Геодезияда берілген түзу тура бағыттағы немесе кері бағыттағы болып алынады. Егер (сурет 1.7) берілген MN түзуінің М нүктесінен N нүктесіне қарай тура бағыт деп санасақ, NM – осы түзудің кері бағыты болып есептеледі. Осыған байланысты азимут A - MN түзуінің М нүктесінен тура бағыты, азимут A_I - осы түзудің N нүктесінен кері бағыттағы болып есептеледі.

$$A_I = A + 180^\circ \quad (1.2)$$

Жергілікті жерлерде сызықтарды бағдарлауда азимутің орнына румбтар да қолданылады. **Румб** деп- оңтүстік немесе солтүстік бағыттағы меридиандарға тақау жатқан анықталатын сызықпен, меридиан арасындағы сүйір бұрышты айтады. Румб r -әрпімен белгіленіледі, румбтің мәні 0° –тан 90° –қа дейін, қай ширекте жатуына байланысты, румбтердің бағыттары болады. Мысалы, «Сурет 1.9» румбтардың бағыттары: бірінші ширекте – солтүстік шығыс (СШ, r_{CB}) , екінші ширекте – оңтүстік шығыс (ОШ , $r_{ЮВ}$) ,

үшінші ширекте-оңтүстік батыс (ОБ, $r_{юз}$) , төртінші ширекте- солтүстік батыс (СБ, $r_{сз}$) .

Кесте 1-Азимут пен румбтар арасындағы байланыстар

Ширектер	A , градус	r
I. (СШ)	0...90	A
II. (ОШ)	90...180	$180^0 - A$
III. (ОБ)	180...270	$A - 180^0$
IV. (СБ)	270...360	$360^0 - A$

Тік бұрышты координаталар жүйесінде, түзулерді бағдарлау, абсцисса осі арқылы жүргізіледі, оны *осьтік меридиан* деп атайды. Оң таңбалы, солтүстік бағыттағы абсцисса осінен (осьтік меридианнан), анықталатын сызық арасындағы, сағат нұсқарының айналу бағытымен алынған бұрышты - **дирекциондық бұрыш** деп атайды. Дирекциондық бұрышты α -әрпімен белгілейді, бұрыштың мәні 0^0 –тан 360^0 –қа дейін «Сурет 1.8». Жер бетіндегі нүктелердің осьтік және ақиқат меридиандары өзара параллель болмайды, олар тек қана полюстерде қосылады. Сондықтан, сызықтың бұрыштарыда әртүрлі болады. ақиқат меридиан мен ось меридиандар арасындағы бұрышты **меридиандардың жазықтағы жақындауы дейді, оны γ - әрпімен белгілейді** (сурет 1.8). Меридиандардың жақындауын, ақиқат меридианнан, ось меридианына дейін санайды. Егер де, ось меридианы ақиқат меридианнан шығысқа қарай жатса, меридиандардың жақындауы (сурет 1.8) оң таңбалы (γ^+), батысқа қарай жатса- теріс таңбалы (γ^-) болады. Меридиандардың жақындауын топографиялық карталардың төменгі жағындағы көрсеткіштерден алуға, немесе мынандай формулалармен шығаруға болады:

$$\gamma = \Delta l \sin \varphi \quad (1.3)$$

$$\gamma' = 0,54 l \operatorname{tg} \varphi \quad (1.4)$$

мұндағы, Δl - ось меридианы мен берілген нүкте бойлықтарының арасындағы айырмашылық; φ -берілген нүкте ендігі; l - берілген нүктеден ось меридианына дейінгі параллель доғасының ұзындығы, км.

«1.8 – суретінде» көрсетілген дирекциондық бұрышты (α_{AB}) мына формуламен анықталады.

$$\alpha = A - \gamma \quad (1.5)$$

Дирекциондық бұрыштар арқылы румбтарды анықтауға (1.10 сурет) және координаталық өсімшелердің таңбаларын белгілеуге болады (2-ші кесте). Дирекциондық бұрышта азимут секілді тура немесе кері бағытта болады.

Кесте 2-Дирекциондық бұрыштар мен румбалар арасындағы байланыс

Дирекциондық бұрыш, α	Румбтың аты	Координата өсішелерінің таңбалары		Дирекциондық бұрышты румбқа көшіру	
		Δx	Δy	Румб мәні	Ширек
0^0 –тан 90^0 –қа дейін	СШ	+	+	$r=\alpha$	1-ші ширек
90^0 –тан 180^0 –қа дейін	ОШ	-	+	$r=180^0 -\alpha$	2-ші
180^0 –тан 270^0 –қа дейін	ОБ	-	-	$r=\alpha-180^0$	3-ші
270^0 –тан 360^0 –қа дейін	СБ	+	-	$r=360^0 -\alpha$	4-ші

Әрбір топографиялық карталардың төменгі жағында зонаға тән магнит нұсқарының бұрылу (δ) және меридиандардың өзара жақындасу бұрыштары (γ) көрсетіледі.

1.1.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Жердің нақты пішіні қандай, оның пішінін неге референц-эллипсоидқа немесе шарға ауыстырады?
- 2 Жер бетіндегі нүктелердің орны қалай анықталады?
- 3 Геодезияда қолданылатын координаталар жүйелері.
- 4 Бойлық және ендік дегеніміз не?
- 5 Гаусс проекциясы қандай салада қолданылады, ондағы қойылатын шарттар?
- 6 Бағытты бағдарлау дегеніміз не?
- 7 Румб дегеніміз не?
- 8 Дирекциондық бұрыш, азимуттер дегеніміз не?
- 9 Нақты және магниттік азимуттердің және дирекциондық бұрыш арасындағы байланыс.

1.1.6 Есептік -графикалық жұмыс

Тақырып: Бағытты бағдарлау

Мақсат: Азимуттар, румбалар, дирекциондық бұрыштар арасындағы байланыстарға арналған есептерді шығару және оларды графика арқылы көрсету

Тапсырманы орындау нұсқасы: Есеп шығаруға, берілген санға $+ N^0 + N'$ -деп студенттің сынақ кітапшасының ақырғы екі санын қосу арқылы

тапсырма нұсқасы анықталады. Мысалы, студенттің сынақ кітапшасының нөмірі 12245 болса, берілген сан $328^{\circ}52'$ -ға, кітапшаның ақырғы екі саны 45, сондықтан студенттің есеп шығаруға алатын саны $328^{\circ}52' + N^0 + N' = 328^{\circ}52' + 45^0 + 45' = 374^{\circ}37'$

№1 есеп. АВ түзуінің азимуты $328^{\circ}52' + N^0 + N'$, меридиандардың жақындауы $\gamma = -2^{\circ}08'$ осы түзудің дирекциондық бұрышын анықта?

№2 есеп. А нүктесі ось меридианынан $200+N$ км батысқа қарай орналасқан, ендігі $45^{\circ}00'$. Меридиандардың жақындау бұрышын анықта?

№3 есеп. СД түзуінің дирекциондық бұрышы $225^{\circ}30' + N^0 + N'$, осы түзудің кері ДС румбасын анықта?

№4 есеп. Түзудің магниттік азимуты $118^{\circ}45' + N^0 + N'$, егер $\gamma = -2^{\circ}32'$, $\delta = 3^{\circ}15'$ болса, осы түзудің дирекциондық бұрышын анықта?

№5 есеп. АВ түзуінің дирекциондық бұрышы $85^{\circ}30' + N^0 + N'$, А нүктесі ось меридианынан $2^{\circ}42'$ шығысқа қарай орналасқан, ендігі $30^{\circ}00'$ АВ түзуінің азимутын анықта?

№6 есеп. СД түзуінің азимуты $175^{\circ}35' + N^0 + N'$, С нүктесі 150 км ось меридианынан шығысқа қарай орналасқан, ендігі $45^{\circ}00'$, осы түзудің румбасын анықта?

№7 есеп. КМ түзуінің дирекциондық бұрышы $225^{\circ}30' + N^0 + N'$, Егер М нүктесі ось меридианынан $1^{\circ}30'$ шығысқа қарай орналасқан, ендігі $30^{\circ}00'$. МК түзуінің азимутын анықта, егер $\delta = -2^{\circ}30'$

1.2 Топографиялық пландар мен карталар

- 1.1.1 Жер бетін жазықтықта бейнелеу (план, карта, кескін);
- 1.1.2 Масштабтар, олардың дәлдігі;
- 1.1.3 Пландар мен карталардың атаужүйесі;
- 1.1.4 Пландар мен карталардың шартты белгілері;
- 1.1.5 Жер бетінің бет-бедері, оны план мен картада белгілеу;
- 1.1.6 Құрылыстарды жобалау кезіндегі план мен карта арқылы шешілетін мәселелер.
- 1.2.7 Сынақтық сұрақтар;
- 1.2.8 Есептік -графикалық жұмыс.

1.2.1 Жер бетін жазықтықта бейнелеу (план, карта, кескін)

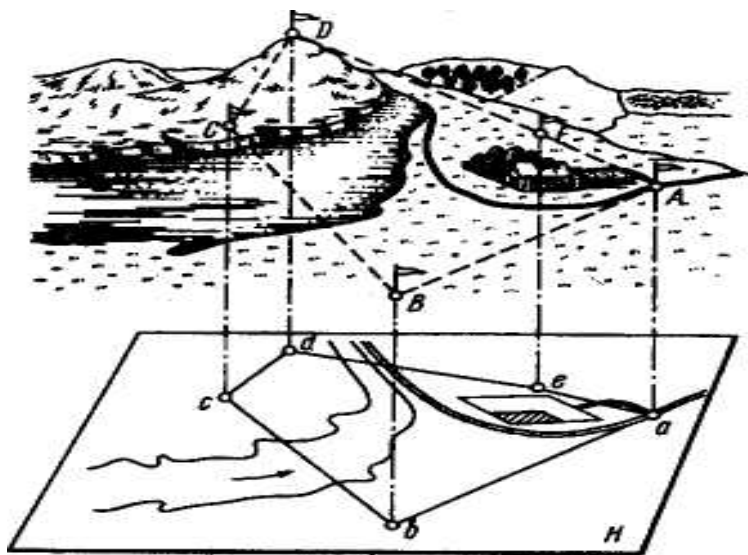
Жер беті - план, карта, кескіндер (профиль) арқылы жазықтықта бейнеленеді. Планды, картаны салу үшін, жердің сфералық бетін горизонтальдық жазықтыққа проекциялайды, осы проекция кесіндісі керекті өлшеммен кішірейтіліп сызылады. Жер бетін планға немесе картаға түсіруде сызба геометриясында өткен ортогондық проекция әдісі кеңінен қолданылады.

Бұл әдістің мәні, жергілікті жердегі нүктелерді горизонталь жазықтыққа, бір-біріне параллель және горизонталь жазықтыққа перпендикуляр тіктеуіш сызықтар арқылы түсіру (1.11- сурет). Мысалы, жергілікті жердегі А нүктесі горизонталь жазықтыққа (Н) тіктеуіш сызық *Аа*, В-нүктесі *Вв* т.б., арқылы түсірілген. А және В нүктелерінің ортогондық проекциялары Н жазықтығында- *а* және *в* .

Горизонтальдық жазықтықта (Н) алынған жергілікті жердің проекциясы кішірейтіліп, ондағы деректердің толық сақталып түсірілуін *план* дейді. Планды жердің дөңестігі ескерілмейді, кескіндеу масштабы планның барлық бағытында тұрақты болады.

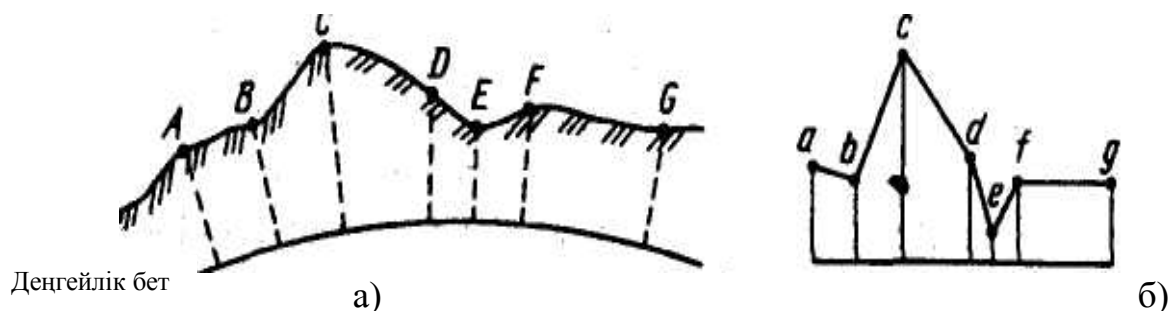
Жер бетінің үлкен аймағы түсірілгенде, жазықтықта (Н) алынған жердің проекциясы кішірейтіліп, ондағы деректердің, жердің сфералығына байланысты бұрмаланып түсірілуін *карта* дейді. Картада меридиан мен параллельдер міндетті түрде сызылады, сондықтан кескіндеу масштабы меридиандар мен параллельдер бағытында сақталады.

Жер бетін план мен картадан басқа, тік (вертикаль) бағыттағы кескіндісі (профиль) арқылы бейнелеп көрсетуге болады. ***Жергілікті жердің кескіні*** деп- кішірейтіліп бейнеленген берілген бағыттағы вертикальдық қимасын айтады (сурет 1.12)



Сурет 1.11- Жергілікті жерді ортагональды проекциялау

Жергілікті жердің қимасы қисық сызық $ABC...G$ болса « Сурет 1.12а», ал оның пландағы кескіні сынық сызық ($abc...q$) (сурет1.12б) болып келеді де, деңгей беті түзу сызық болады. Көрнекті көрінуі үшін, вертикальдық кескін (биіктік, өсімше), горизонтальдық (нүктелер ара қашықтығы) кескіннен іріленіп салынады.



Сурет 1.12-жергілікті жердің қимасы (а) және пландағы кескіні (б)

1.2.2 Масштабтар, олардың дәлдігі

Жер беті және оның шағын аймақтары қағаз бетіне белгілі бір масштаб арқылы кішірейтіліп кескінделеді.

Масштаб дегеніміз – пландағы, картадағы сызықтың (кесіндінің) өзіне сәйкес жер бетіндегі ұзындығының горизонталь проекциясына қатынасы. Масштаб сандық қатынас, сызықтық және көлденең болып бірнеше түрге бөлінеді.

Егер план 1:1000 масштабында жасалса, онда жер бетіндегі ұзындығы 1000 см-лік ара қашақтақ планға 1 см-лік кесінді түрінде кескінделген болады. Мұндай масштаб сандық масштаб делінеді. Сандық масштаб бөлшек түрінде көрсетіледі $M=1:N$. Мысалы, сандық масштабтар 1:1000, 1:2000, 1:5000; 1: 10 000 және т.б. Масштаб ірі болса, ол планда арнаулы деректер толық көрсетіледі. Әр панның мақсатына лайықты өзіне сәйкес масштаб

белгілі болса, сызықтың ұзындығын бетіне түсіріп, не керісінше пландағы кесінді арқылы оның жер бетіндегі ұзындығын табуға болады.

Бірінші мысал: жер бетіндігі сызықтың проекциясы 275 м-ге тең делік. $1 : 5000$ сандық масштабта бұл қашықтық планға $275 : 5000 = 0,055 \text{ м} = 5,5 \text{ см}$ -ге тең кесінді болып кескінделеді.

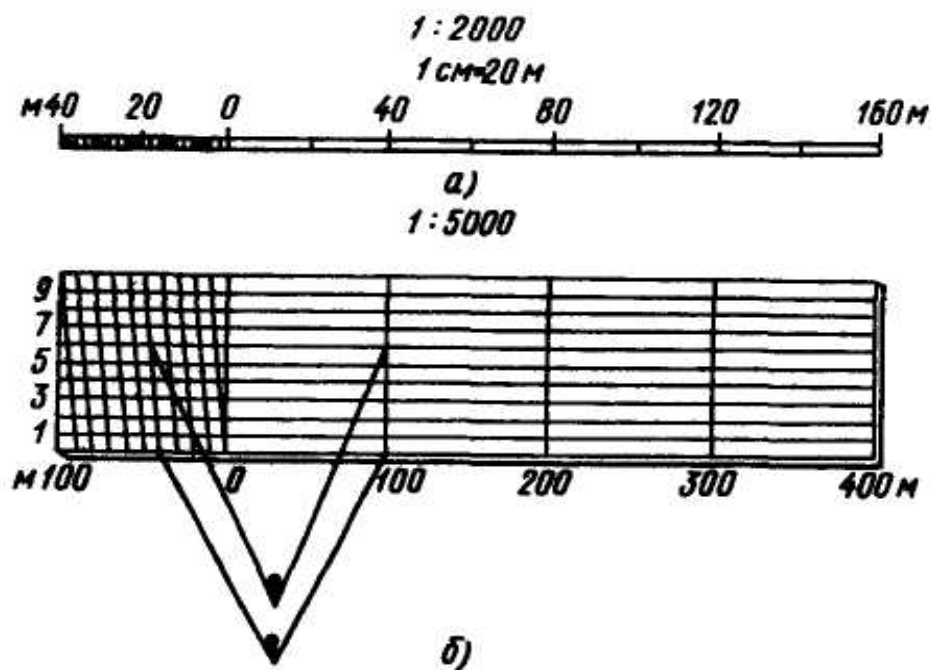
Екінші мысал: $1:2000$ масштабты пландағы кесінді ұзындығы 6,5 см болса, онда оның жер бетіндегі ұзындығы $6,5 \times 2000 = 13\,000 \text{ см} = 130 \text{ м}$;

Карта және планмен жұмыс істегенде мұндай есептерді қолдану ыңғайсыз, сол себепті сандық масштабтың орнына сызықтық масштабы, көбінесе көлденең масштаб қолданылады.

Сандық масштабтың қағаз бетінде график түрінде бейнелеуін сызықтық масштаб дейді (сурет 1.13а). Сызықтық масштаб бір түзудің бойын «масштаб негізі» деп аталатын біріне –бірі тән бірнеше кесінділерге бөлгеннен шығады.

Масштаб негізі әдетте 1 см-ден 2,5 см-ге тең болып алынады (сурет 1.13а) Сол жақтағы шеткі негіз тең 10 бөлікке бөлінеді де, оның оң жақ ұшы 0-деп белгіленеді, ал сол жағына метрлік немесе километрлік жергілікті жерде керек масштаб саны жазылады да, нөлдің оң жағына әрбір кесінді бөлшекке ара қашықтыққа байланысты сандар мен белгіленеді. Мысалы, 1.13а- суретінде көрсетілгендей нөлдің сол жағындағы 20, 40м, ал нөлдің оң жағындағы сандар 40,80,120,160 м. Сызықтық масштабтың да кемістігі бар. Ол кемісітік сызықтық масштабпен пайдаланғанда оның 0-ден сол жақтағы негізінің ұсақ бөлшектерінің аралығын көз шамасымен бағалаудан туады. Сондықтан өте үлкен дәлдікті қажет ететін өлшеулер үшін көбіне көлденең масштаб қолданылады. $1:5000$ масштабына сәйкес келетін көлденең масштаб 1.13б –суретінде көрсетілген. Түзу сызық жоғарыдағыдай «масштаб негізі» 2 см-ге тең етіліп бірнеше бөлінділерге бөлінеді. Оң жақтағы әрбір бөлінді нүктелерінен перпендикуляр тұрғызылып, олар төменгі түзу сызықтан бастап, әрқайсысы 2 немесе 3 мм-ге тең 10 бөлікке бөлінеді. 1.13б- суретінде масштабтың сол жақ вертикалында 1,3,5,7,9 сандары көрсетілген. Белгіленген нүктелер арқылы бастапқы масштаб негізінің төменгі және жоғарғы қабырғалары 10-ға бөлініп, «масштабтың кіші негізі» алынады. Олар 1.13б- суретінде көрсетілгендей қиғаш сызықтармен қосылады. Мұндай көлденең масштабтар топографиялы транспортирлерге және металдан жасалған сызғыштарға қолданылады. Оларды масштабтық сызғыштар дейді.

Көз шамасымен пландағы екі нүкте ара қашықтығы 0,1мм немесе одан жоғары болса ғана көруге болады. Сондықтан: $t = 0,1\text{мм} \cdot N$ -ді *планның масштаб дәлдігі* дейді, ол жергілікті жер бетіндегі ара қашықтықтың 0,1мм пландағы кесіндісі. Мысалы: Планның масштабы $1:250$ болса, масштаб дәлдігі $t = 0,1\text{мм} \cdot N = 0,1\text{мм} \cdot 250 = 25\text{мм} = 2,5\text{см}$



Сурет-1.13 а- сызықтық масштаб, б-көлденең масштаб

Карталар ұсақ-, орташа-, және ірі масштабты болып бөлінеді. Масштабы 1:1000000 ұсақ карталар, шолушы карталар ретінде қолданылады. Геодезияда қолданылатын карта масштабтары; орта масштабты (топографиялық шолу) карталары 1:1000000, 1:500000, 1:300000, 1:200000; ірі масштабты (топографиялық) карталар – 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000. План масштабтары: 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000. Құрылыста пландардың масштабтары 1:200, 1:100, 1:50-де болуы мүмкін.

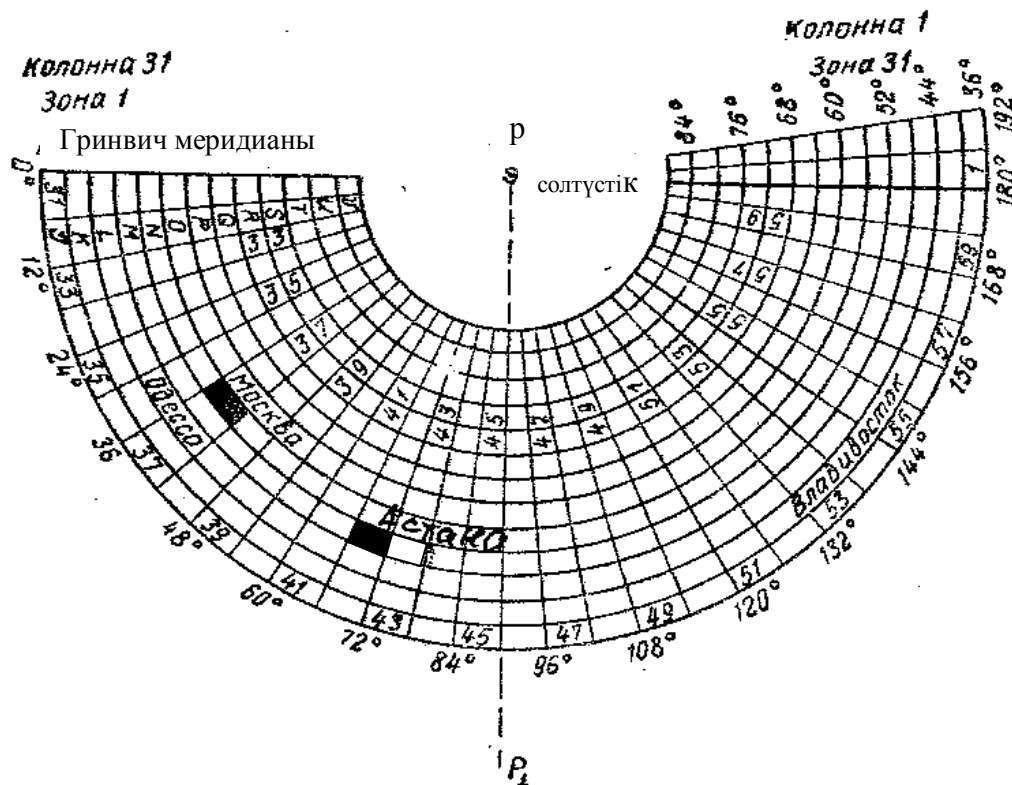
Масштаб ірі болса, ол планда арнаулы деректер толық көрсетіледі.

1.2.3 Пландар мен карталардың атаужүйесі

Пландар мен карталарды пайдалану қолайлы болуы үшін, оларды бөлек парақтарға бөледі және әрбір парақты белгілі бір жүйемен белгілейді. Көп парақты карталарды белгілі жүйемен жеке парақтарға бөлуді карталарды *графтау* дейді. Әрбір парақ планды, картаны белгілеу (нөмірлеу) системасын *атаужүйесі (номенклатура)* дейді. Халықаралық географиялық конгрестің шешімі бойынша миллиондық (1:1000000) масштабтағы карталар жасалынып, оның трапециясының мөлшері бойлық бойынша 6 градусқа, ал ендігі 4 градус болып тағайындалған (1.14-сурет). Демек Гринвич меридианынан бастап жер шарын 6 градус бойлық бойынша меридиандармен бөлсек зоналар шығады. Егер зоналарды нөмірлеу Гринвич меридианынан бастамай, бойлығы 180 градустық меридианнан бастап, сағат тілінен айналу бағытына қарсы нөмірлесек, онда оларды колонна (баған) деп атаймыз. Сонда әрбір зона нөмірінің оған сәйкес колонна нөмірінен

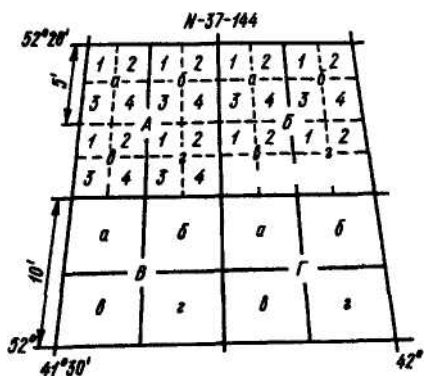
айырмашылығы 30-ға тең болады. Яғни, 37 колонна –7 зона, ал 42 колонна – 12 зона болып кете бермек.

Жер шарында экваторға параллель етіп 4 градус сайын шеңберлер жүргізілген, оларды параллельдер деп атайды.

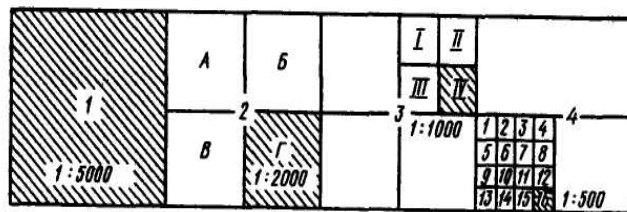


Сурет 1.14- 1:1000000 масштабтағы картаны парақтарға бөлу

Бұл параллельдер экватордан бастап латын алфавитінің бас әріптерімен солтүстік және оңтүстік полюстерге қарай белгіленеді, яғни жер эллипсоидында трапециядан тұратын картографиялық топ құрылып, әрбір трапеция қатарлары әріппен және колонна нөмірімен белгіленеді. Мысалы, Астана М-42 трапециясында орналасқан (сурет 1.14). Мұны былай түсінуге болады; Астана экватордан бастап солтүстікке қарай М әрпімен белгіленген параллельде, 42-ші нөмірлі колоннада орналасқан.



Сурет 1.15- масштабы 1:100 000 картаны 1:10000 масштабқа бөлу



Сурет 1.16- планды тік бұрышты графтау

Бұл трапециялар картаға 1:1 000 000 масштабпен салынған. 1: 500 000 масштабтағы картаны алу үшін әрбір миллиондық (1: 1 000 000) трапецияны меридианмен параллель арқылы төрт бөлікке бөліп, әрқайсысын А,Б,В,Г әріптерімен белгілейді. Бөлінген трапециядан картаның атаужүйесі К –42 – А, К-42-Б т.б. болады.

Егер масштабы 1:1000 000 картаның К-42 трапециясын 144 бөлікке бөлсек, онда жер картаға 1: 100 000 масштабымен салынады. Ал бұл карталардың әрқайсысы араб цифрларымен (1,2,3...144) белгіленіп, атаужүйесі К-42-1, К-42-2 ... К-42-144 болады.

1:100 000 масштабтағы картадан 1:50 000 масштабтағы картаға көшу үшін жүз мың масштабтағы картаның бір трапециясы 4-ке бөлінеді.

Олар орыс алфавитінің бас әріптерімен (А,Б,В,Г) белгіленіп, атаужүйесі К-42-78-А, т.б. болып кете береді.

1:50 000 масштабындағы картаның бір трапециясы 4-ке бөлініп 1: 25 000 масштабтағы карталар алынады да, олар орыс алфавитінің кіші әріптерімен белгіленіп атаужүйесі нөміріне қосылып жазылады. Мысалы, К-42-78-А-в.

Ал, 1:25 000 масштабтағы карта өз кезегінде тағы да бөлініп, олар араб цифрларымен белгіленіп 1:10 000 масштабтағы карталар алынады.

Ол карталар трапециясының номері былайша жазылады: К-43-А-в-4.

1.15-суретіне көрсетілген 1:100000 масштабтағы картадан 1:50000...1:10000 масштабтағы карталарды жасау көрсетілген.

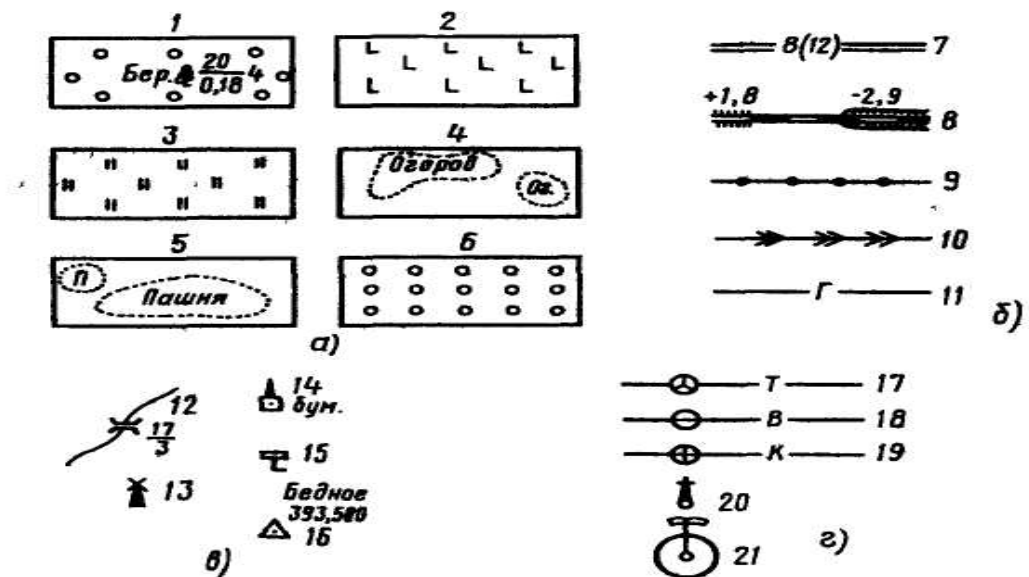
Ірі масштабтағы планы графтау екі тәсілмен орындалады. Ауданы 20км² жер бетін түсіру және планын салу үшін негізгі графтау ретінде 1:100000 масштабтағы карта парағын - 256 бөлікке бөліп 1:5000 масштабты алады, 1:5000 масштабты -9 бөлікке бөліп 1:2000 масштабтағы планы алады. Мұнда 1:5000 масштабтағы парақтың атаужүйесі былай болады М-42-144(256), ал 1:2000 масштабтағы М-42-144(256-И)

Ауданы 20км² кіші болған жағдайда, 1:5000 масштабты жақтауша парақ -40х40см, 1:2000...1:500 масштабты –50х50см тікбұрышты графтау (сурет 1.16) пайдалынады. Тікбұрышты графтау негізі ретінде 1:5000 масштабты парақ алынып, араб санымен белгіленеді (мысалы,1) 1:5000 масштабтан- 4 парақ 1:2000 масштабтағы план –А,Б,В,Г болып белгіленеді, 1:2000 масштабқа – 4 парақ 1:1000 масштабы сай келеді де, рим сандарымен белгіленеді және –16 парақ 1:500 масштабы алынып, ол араб сандарымен белгіленеді. «1.15 суретте» көрсетілген 1:2000, 1:1000, 1:500 масштабтарының атаужүйесі 2-Г, 3-Б-IV, 4-В-16.

1.2.4 Топографиялық карталар мен пландардағы шартты белгілер

Топографиялық карталарда және пландарда жер бетіндегі барлық объектер бейнеленеді. Мысалы: тұрғын мекенжайлар, бау-бақшалар, көлдер, өзендер, жолдар т.б. осы объектердің жиынтығын *ситуация* дейді. План мен картаның мазмұны толық, түсінікті және көрнекті болуы үшін пішіні, түрі мүмкіндігінше жердегі заттарды бейнелейтін шартты белгілер

қолданылады. Карталар мен пландардың шартты белгілері: аландық, сызықты, масштабтан тыс, түсіндіргіш, арнайы деген бес топқа бөлінеді (сурет 1.16).



а) аландық, б) сызықты, в) масштабтан тыс, г) арнайы;

1-орман, 2-орман кесілген жер, 3-шабындық, 4-бақ, 5-жыртылатын жер, 6-жеміс-жидек бағы, 7-жол, 8-темір жол, 9-байланыс жүйесі, 10-электр жүйесі, 11-магистральдық құбыр(газ), 12-ағаш көпір, 13-жел диірмен, 14-зауыт, фабрика, 15-километрлік қазық, 16-геодезиялық торап пункті, 17-трасса, 18-су құбыры, 19-канализация, 20-суқабылдағыш ұстын, 21-фонтан

Сурет 1.16- Шартты белгілер

Аландық шартты белгілер (сурет 1.16,а) объектілердің аумағын толтыру үшін қолданылады (мысалы, ормандар, шабындықтар, көлдер т.б.); олар объектің шекаралық белгілерінен (нүктелік пунктир немесе жіңішке бүтін сызықтар) және олардың бейнелерін тұрады. Мысалы, 1.16-суретте көрсетілген шартты белгі 1-де қайындық (березовый) орман; сандары (20/0,18)х4 орман ағаштарының орташа көрсеткіштеріне мінездеме береді: 20-биіктігі (м), 0,8- жуандығы(м), 4-ағаштардың аралық қашықтықтары(м).

Сызықты шартты белгілер арқылы берілген масштабта ұзындықтары анықталынатын сызықты объектілерді (жол, өзен, электр және байланыс құрылғыларын) және оларды толықтыратын белгілерді бейнелейді. Мысалы, 1.16,б-суретіндегі шартты белгі 7-де тас жол көрсетілген, (м): 8-жолдың көлік жүруге арналған, (12)- жалпы көлденеңдік ұзындығы, шартты белгі 8-де темір жол көрсетілген, (м): +1,8- үйме биіктігі, -2,900,- ойық тереңдігі.

Бейнелейтін заттардың көлемі кішкентай болып, оны масштаб арқылы көрсету мүмкін болмаса, ондай заттар *масштабтан тыс шартты белгілермен* көрсетіледі (сурет 1.16,в). Мәселен, жеке өскен ағаштар, құдықтар, километр бағаналары және т.б. заттардың мөлшері көрсетілмей, тек тұрғын орындары анықталынады.

Түсіндіргіш шартты белгілер сандық және әріптік жазулардан тұрады. Мысалы, өзендердің ағын жылдамдығы, көпірдің ұзындығы мен көтерімділігі, геодезиялық пункттердің, ормандағы ағаштардың жанында жазылған сандар, т.б. түсіндіргіш белгілер.

Арнаулы шартты белгілерді кәсіпорындар арнаулы карталар мен пландар жасау үшін қолданылады. Мысалы, мұнай кәсіпорындары маркшейдерлік пландарын арнаулы шартты белгілермен жасайды.

1.2.5. Жер бетінің бет-бедері, оны пландық карталарда бейнелеу

Ал, жер бетіндегі таулардың, сайлардың, жоталардың, ойпаттардың жинағын жердің **бет-бедері** (рельеф) дейді. Жер бет-бедерінің халық шаруашылығының қай саласына болсын тигізетін әсері өте зор. Әсіресе тау-кен жұмыстарын ашық әдіспен жүргізуде бет-бедерін ескермеуге бомайды. Инженер –мамандар бет-бедері түрлері мен ерекшеліктерін айыра біліп, құрылыс жобаларын жүргізуде оларды дұрыс та нәтижелі пайдалана білулері қажет.

Жер беті бедерінің ерекше көзге түсетін түрлері 1.17-ші суретте көрсетілген.

Тау (төбе, дөңіс, шоқы) -айналадағы жазық кеңістіктен биік көтерілген, күмбез, конус тәрізді жер бедері. Оның ең биік жері төбе (3,7,12), алаңша тәрізді төбесі- үстірт, үшкір төбесі-шың деп аталады, беткейі және етегі болады.

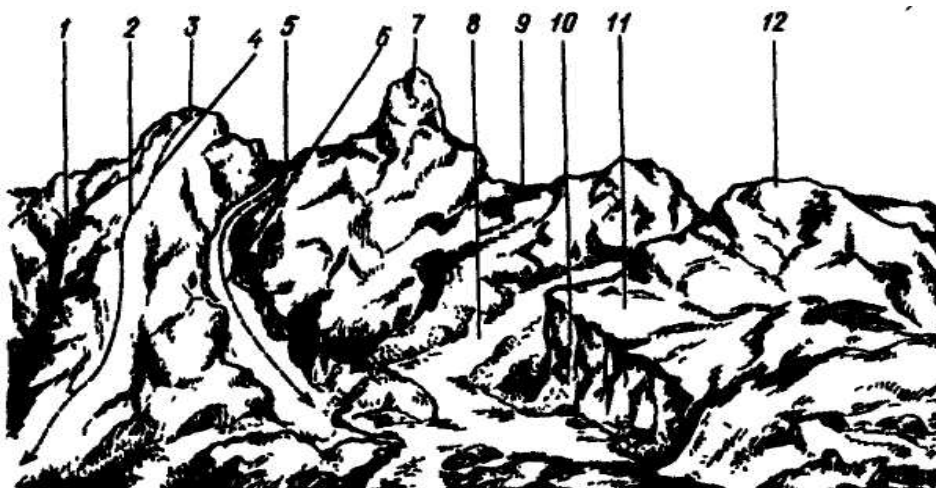
Қазан шұңқыр немесе ойпаң–жер бетінде қазанға ұқсас ойпаң. Оның түбі, бүйірлік беткейі және кернеуі болады.

Жота (2) – бір бағытта төмендей беретін қырат, ол екі жақты болып келеді, яғни екі беткейден тұрады. Осы екі беткейдің арасынан өтетін жотаның осін –суайрық (4) дейді.

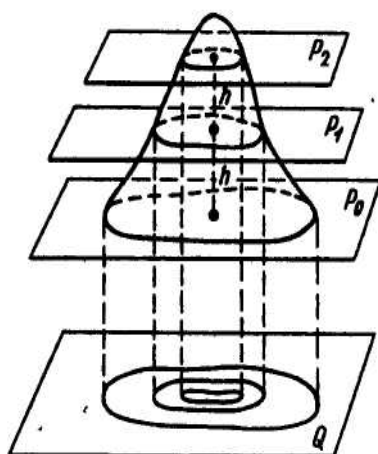
Өзек (1)-екі таудың, жотаның арасындағы ылдилап созыла жатқан, су ағып жататын ойыс. Оның екі қабағы болады, өзек дами келе сайға айналады. Өзеннің ең төменгі нүктелері арқылы жүргізілген сызықты – су ағар немесе *тальвег* (6) деп атайды. Өзеннің түрлері: *аңғар*- жайпақ жағалы кең өзек; *жыра*- тік қабақты жіңішке өзек. Жыраның басталатын жері –*жырма*, тал-шілікер, бұталар, шөптер өскен жері –*сай* деп аталады. Өзеннің ылдыйында орналасқан кертпеш немесе саты сыяқты жазықтық беттін- *терраса* дейді.

Кезең (5,9)- екі төбе (3,7) арасындағы ойпат. Кезеңдер арқылы тауларда жолдар өтеді, бұл жағдайда кезеңді- *асу* дейді.

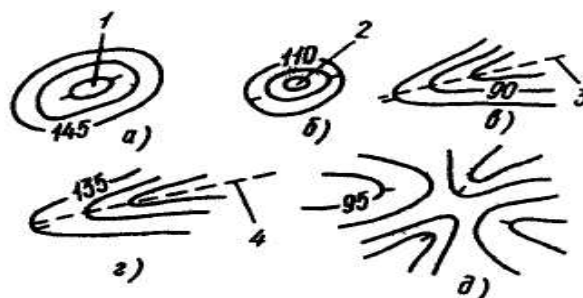
Таудың төбелері, қазаншұңқыр түбі және кезеңнің ең аласа нүктесі *бедердің ерекше нүктелері* болып табылады. Суайырма және тальвег *бедердің ерекше сызығы* болып табылады. Бедердің ерекше нүктелері мен сызықтары карталар мен пландарда жер бетіндегі кейбір пішіндерді тануды жеңілдетеді.



1-өзек, 2-жота, 3, 7, 12-тау төбелері, 4-суайырық, 5, 9- кезең,
6-тальвег, 8-өзен, 10-жар, 11- терраса
Сурет 1.17- Жер беті бет-бедерінің негізгі түрлері



Сурет- 1.18 Рельефті
горизонтальмен
бейнелеу



а-тау, б-казаншұңқыр, в-өзек, г- жота,
д- кезең
1- төбе, 2-шұңқыр түбі, 3- суайырық,
4-тальвег

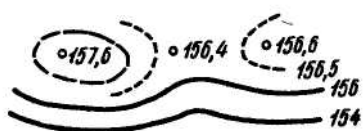
Сурет 1.19- Бет-бедерді горизонтальмен
бейнелеу

1.19-суретінде жердің негізгі бет-бедерін горизонтальдармен бейнелеу көрсетілген.

Карталар мен пландарда жер бетінің бет-бедерін бейнелеу, олардың бағыты, еңістігі, осы жердің биіктігі туралы мәліметтер алуға мүмкіндік туғызуы және көрнекті болуы қажет. Сондықтан, мынандай белгілі бейнелеу тәсілдері: перспективалы, әртүрлі қалыңдықтағы сызықтармен бейнелену, бояумен кескіндеу (тау-қоңыр, өзек- жасыл), нүкте биіктіктің жазу, горизонтальдар қолданылады. Инженерлерлік көзқараспен ең керектісі, характерлі нүктелер биіктігі жазылған горизонтальдар. Горизонталь биіктігін көрсететін санның жазылу тәсілі былай болады; жазылған санның табаны (төменгі жағы) еңіс беткейліктің төменделуіне бағытталып жазылады. *Горизонтальдар*- теңіз деңгейімен еспетегенде биіктіктері бірдей, немесе абсолют биіктіктері біркелкі нүктелерді қосатын тұйық сызықтар. 1.18-ші суретте таудың планда горизонталь сызықтармен қалай бейнеленгені көрсетілген. Тау бір-біріне параллель және арақашықтары (h) бірдей жазықтықтармен қиылып, біркелкі қиылысу нүктелері планда тұйық сызықтар арқылы көрсетіледі.

Іргелес жатқан қима биіктігінің арақашықтығын (h) рельефтің *қима биіктігі* деп атайды.

Горизонтальдардың картадағы немесе пландағы ара қашықтығын *салынды (заложение) немесе құлама жатысы* деп атайды. Егер горизонтальдар бір-біріне жақын жатса, яғни жатыс қысқа болса, беткейдің тік болғаны, ал аралары бір-бірінен алыс юболса, онда беткейдің жатық болғаны.



Сурет 1.20-жарты және ширек горизонтальдар

Горизонтальдарға перпендикуляр етіп жүргізілген кішкене сызықшалар – бергштрихтар беткейдің бағытын көрсетеді (сурет 1.19). Тауды, жотаны бейнелегенде бергштрихтар –горизонталь бұрылысының сыртынан, ал қазан шұңқырлармен өзектерді бейнелегенде -горизонталь бұрылысының ішінен қойылады.

Егерде берілген қима биіктігінде кейбір сипатталулар көрсетіле алмайтын болса, қабылданған қима биіктіктер арасына қосымша жарты немесе ширек горизонтальдар жүргізіледі (сурет 1.20)

Карталарда горизонтальдардың биіктігі өрлеу бағытына бағытталып жазылады.

Іргелес орналасқан горизонтальдар биіктігінің айырмашылығын (h) *қима биіктігі* деп атайды.

1.2.6 Жер бетін сандық түрде бейнелеу

Есептеуіш техниканың дамуы және автоматты сызба аспаптарының (графо-құрылыс құру) пайда болуы, ғимараттарды, имараттарды салу және жобалауға байланысты әртүрлі инженерлік мәселелерді шешу автоматтық жүйенің дамуына әкеліп соқты. Осы мәселердің бір бөлігі топографиялық карталар мен пландарды пайдалану арқылы шешіледі, сондықтан жергілікті жердің топографиясы туралы ақпаратты сандық түрде ұсыну және сақтау компьютерді пайдалануға қолайлы екендігі сөзсіз.

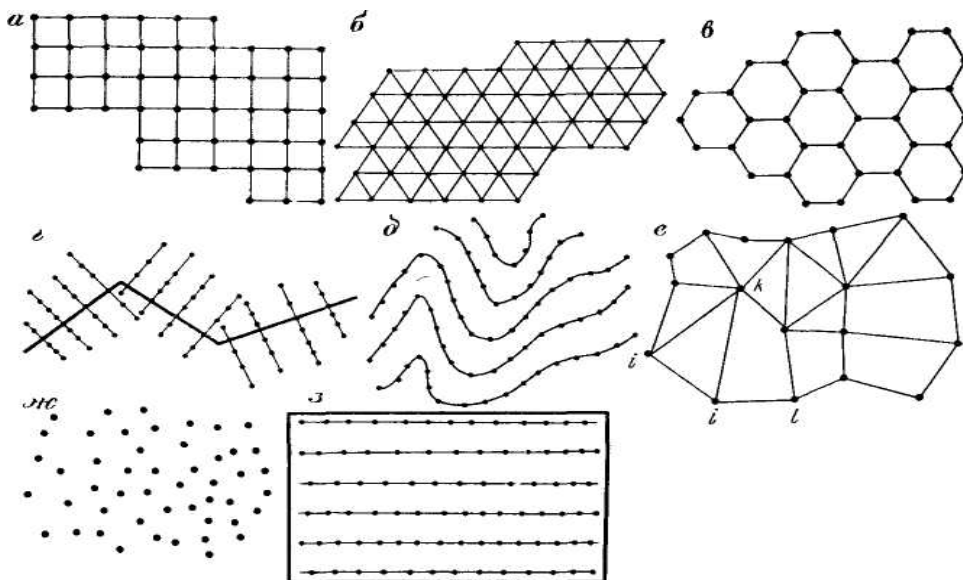
Компьютерлік жадыда сандық мәліметтер жергілікті жердің көп нүктелерінің координаталары X, Y, H ретінде сақталады. Осындай көп нүктелер координаталары мен жергілікті жер бетінің сандық үлгісін құрайды (СҮ).

Мазмұнына қарай сандық үлгі (СҮ) ситуациялық сандық үлгі (жергілікті жердің контуры) (ССҮ) және бет-бедерлік сандық үлгі болып бөлінеді (БСҮ).

Жергілікті жер бетінің контуры мен жағдайларының барлық элементерінің орналасуы (ССҮ) X, Y координаталарымен беріледі, ал бет-бедерлік сандық үлгі (БСҮ) жер бетінің топографиялық бедерін сыйпаттайды. Осы координаталар X, Y, H арқылы алынған жергілікті жер бетінің бедерін елестетуге болады.

Бет-бедердің көптігіне байланысты, оны сандық үлгіде толық суреттеу қиын.

Сондықтан алдыға қойылған міндеттерге, жергілікті жер бедерінің жағдайына байланысты әр түрлі сандық үлгілер қолданылады (сурет 1.21).



a - тік бұрышты торлардың түйіндерінде, $б$ -үшбұрышты торлардың түйіндерінде, $в$ - алты бұрыштық торлар түйіндерінде, $г$ -магистраль жүрісінің көлденеңінде, $д$ - горизонтальдарда, $е$ -құрылымдық сызықтарда, $ж$ - статикалық, $е$ -фотограмметриялық аспаптардың остеріне параллель сызықтарына

Сурет 1.21-Жергілікті жердің сандық үлгілерін сипаттамалы нүктелерде белгілеу түрлері

Нүкте төбелердің арақашықтығы бедердің пішініне және шешілетін мәселелерге байланысты болады. Үлгі сипаттамалы нүктелердің координаталары көрсетілген кесте ретінде де берілуі мүмкін. Жергілікті жер беті бедерінің сандық үлгілерін (БСҮ) пайдалана отырып, компьютердің арнаулы бағдарламасы арқылы, осы жердегі керекті кезкелген нүктелердің биіктігін анықтауға болады.

1.2.7 Құрылыстарды жобалау кезіндегі план және карта арқылы шешілетін мәселелер

Жобалау кезіндегі геодезиялық ізденісте, құрылыс салынатын алаңдарды таңдап алу үшін, ғылыми өңдеу жұмыстары осы ауданның топографиялық картасын немесе сандық үлгісін оқып зерттеуден басталады. Әдетте ол үшін 1:25000 масштабты карталарды немесе сандық бейнелер қолданады, ол жоқ болса 1:50000 немесе 1:100000 масштабты карталарды қолданады. Құрылыс салынуға белгіленген алаңдар: пайдалануға ыңғайлы, дайындық және игеру жұмыстарына аз шығын кететін, техникалық талаптарға сай болуы қажет. Топографиялық картадан таңдалып алынған алаңдарда топографиялық ізденіс жұмыстары жүргізіліп, соның нәтижесі бойынша жобалау жұмыстары жүргізіледі.

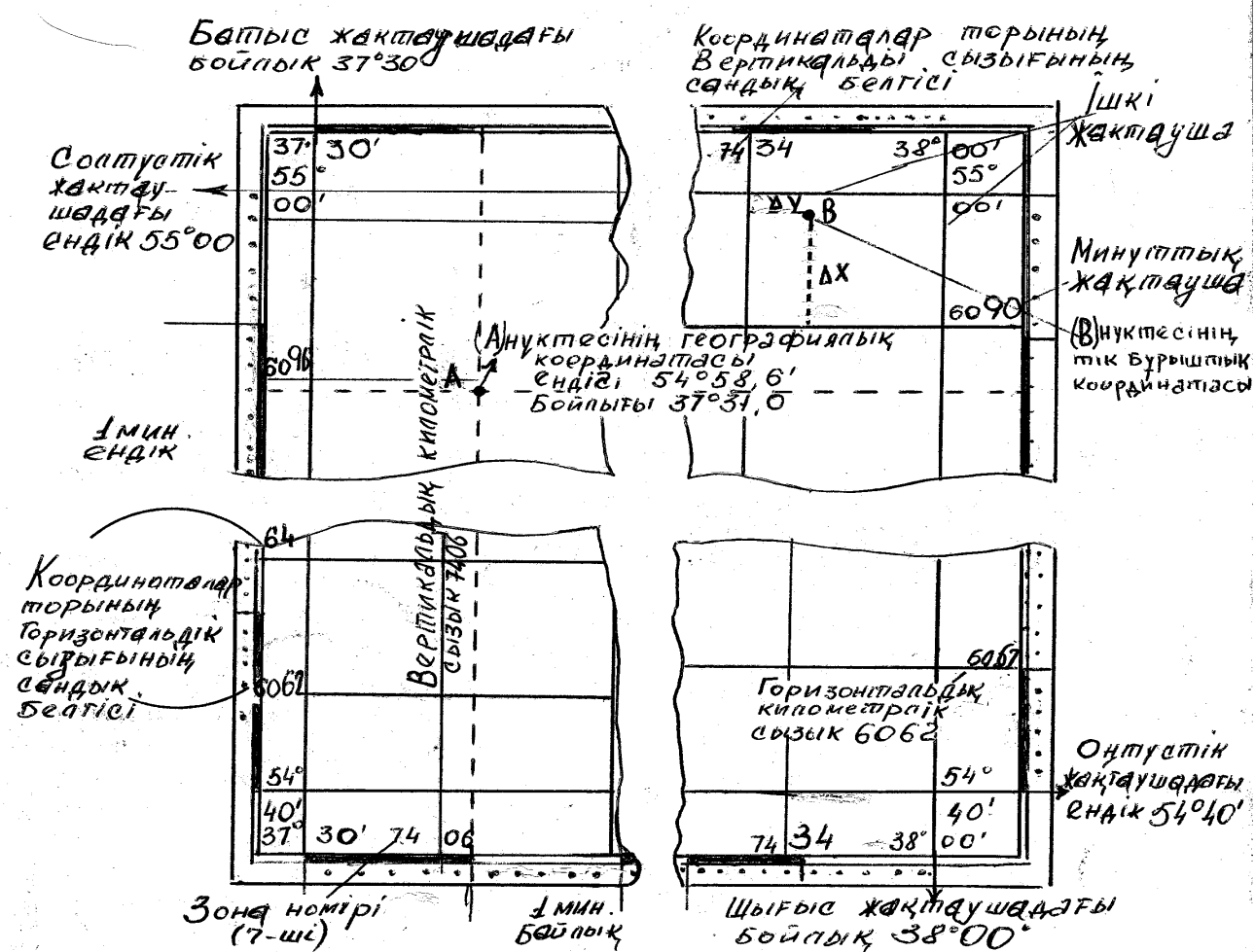
1.2.7.1. Карта арқылы нүктенің географиялық және тік бұрышты координаталарын анықтау

Карталарда географиялық координаталар торы карта жақтаушаларының ішкі жағында қос параллель сызықтарымен көрсетілген. Олардың бойлық (λ) және ендікке (φ) сәйкес минуттық мөлшері қара және ақ бояулармен кезек боялып арнайы шкалаларға бөлінген. Осы шкалаларды өзара қоссақ, карта бетінде әр минут сайын жүргізілген меридиан және параллель сызықтары, яғни географиялық координаталар торы пайда болады.

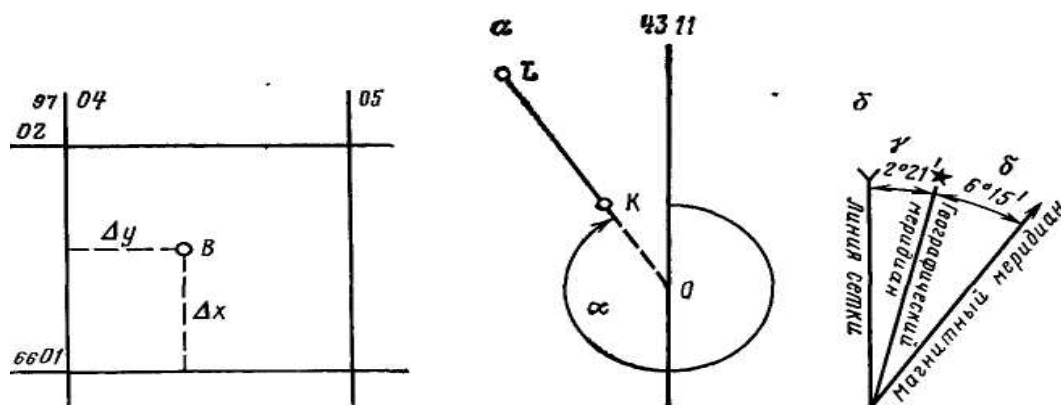
Карта жақтаушасының 1.22-суретте оңтүстік батыс бұрышында оның бойлығы ($\lambda = 37^{\circ} 30'$) мен ендігі ($\varphi = 54^{\circ} 40'$) көрсетілген. Минуттық жақтаушадан кейін сыртқы, әшекейлік мәні бар жақтауша жүргізіледі. Нүктенің бойлығы (λ_A) мен ендігі (φ_A) табу үшін сол нүкте арқылы картаның сыртқы жақтаушасымен қиылысқанша параллельдер жүргізіліп, минуттық жақтауша көмегімен қиылысуы нүктесінің географиялық координаталары анықталады. Мысалы, 1.22-суретте А нүктесінің орны $\lambda_A = 37^{\circ} 31' 0''$, $\varphi_A = 54^{\circ} 58' 30''$ - деп көрсетілген, демек, минуттық жақтаушаның көмегімен картадағы кез келеген нүктенің географиялық координаталарын анықтауға болады.

Нүктенің тік бұрышты координаталары (X,Y) картадағы километрлік торлар көмегімен анықталады. 1.22-суретіндегі В нүктесі (7-зонада), экватордан солтүстікке қарай 6090,8 км жерде және осы тік меридианның

шығыс жағында 7434,3 км жерде орналасқан, яғни $X_B = 6090,8$ км; $Y_B = 7434,3$ км. 1.23-суретінде В нүктесінің координатасын анықтау жеке көрсетілген.



Сурет 1.22- Картада нүктенің координаталарын анықтау



Сурет 1.23-Топографиялық карталардан тік бұрышты координаталарды, дирекциондық бұрышты, географиялық және магниттік азимуттерді анықтау

1.2.7.2. Картадағы сызықтарды бағыттау

Сызықтарды бағыттау дегеніміз –азимуттар, дирекциондық бұрыштар арқылы жүру бағытын, елді –мекендерді, нысананы т.б. таба білу. 1.23-суретінде көрсетілген KL сызығының дирекциондық бұрышын (α) анықтау үшін, осы сызықты тақау жатқан километрлік торға (4311) қиылысқанша созып, солтүстік бағытынан KL түзуіне дейінгі бұрышты транспортирмен өлшеу қажет. Мысалы, өлшенген бұрыш 280^0 -қа тең болса, онда осы KL түзуінің негізгі және магниттік азимуттарын картаның төменгі жағында көрсетілеген үш меридианның өзара орналасу схемасын 1.23-суретін пайдалана отырып есептеуге болады. Яғни АВ сызығының негізгі азимуты (1.5) формулаға сәйкес есептеледі де $A_n = \alpha - \gamma = 328^0 30' - 2^0 21' = 326^0 09'$ -ке тең болады, ал магниттік азимуты $A_m = A_n - \delta = 326^0 09' - 6^0 15' = 319^0 54'$. Бұл жерде $\delta = 6^0 15'$ -магнит стрелкасының бұрылу бұрышы, ал $\gamma = 2^0 21'$ меридиандардың өзара жақындасу бұрышы.

1.2.7.3 Картадағы немесе пландағы горизонтальдар арқылы есептер шығару

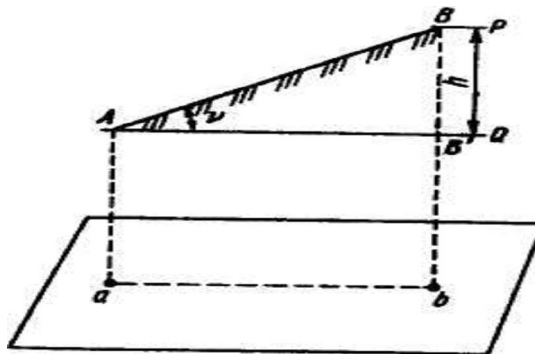
Горизонтальдар арқылы құламаның тіктігін анықтау. Жер бетіндегі АВ түзуі мен горизонтальдық жазықтық Р арасындағы бұрыш еңістік бұрышпен (v) сипатталады. Тік бұрышты үшбұрыш ABV' -ның еңістік бұрышы:

$$tg v = h/a, \quad (1.2.1)$$

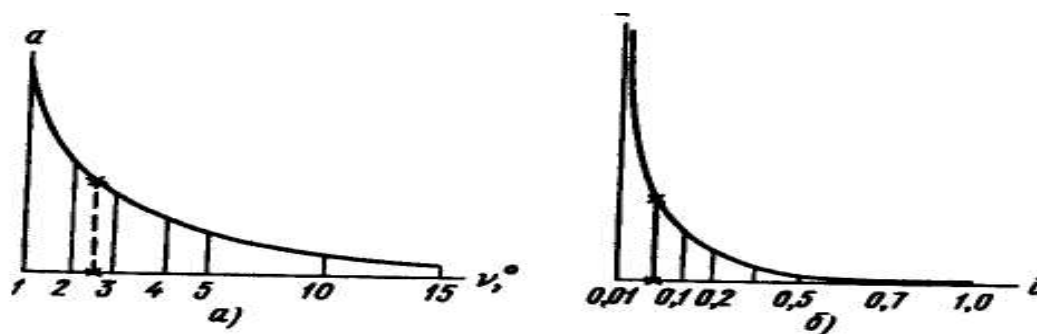
мұнда, h –бедердің қима биіктігі, a - құлама жатысы (көршілес горизонтальдар арақашықтығы)

Еңістік бұрышты ылдилықпен де сипаттайды, өйткені анықталған тангенс бұрышының шамасы ылдилықты көрсетеді $i = tg v$.

Ылдилық проценпен немесе промиллемен (‰), бірдің мындық бөлігімен сипатталады.



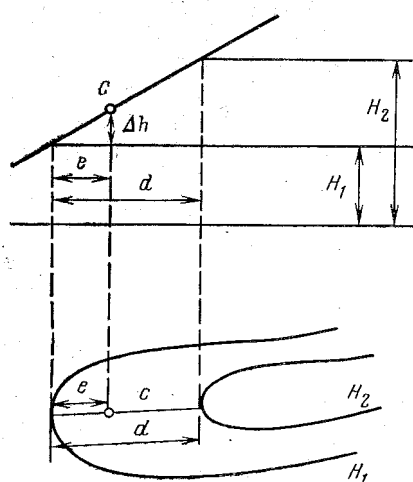
Сурет 1.24-Құламаның тіктігін анықтау сұлбасы



Сурет 1.25- Масштабы 1:1000 қима биіктігі $h=1\text{м}$ бедердің құлама жатыстың
графикі а) еңістік бұрыштың, б) ылдидың

Картамен немесе планмен жұмыс істегенде беткейдің еңістік бұрышын, ылдидығын жоғарыда көрсетілген формуламен әрдайым есептеп жатпай-ақ 1.25-суретінде көрсетілген масштаб жатысы (несесе жатыс шкаласы) графиктерін пайдалана отырып табуға болады. Бұл графиктерде циркуль-өлшеуіш арқылы нүктелер арасындағы салындыға сәйкес еңістік бұрыш ($v=2^{\circ}30'$) 1.25,а-суретінде, 1.25,б- суретінде еңістік $i=0,05$ көрсетілген.

Горизонтальдар арқылы нүкте биіктігін анықтау. Нүктелердің биіктігін картадағы горизонтальдарға қарап анықтауға болады (сурет 1.19). Егер биіктігі анықталатын нүкте горизонтальдың тікелей үстіне орналасса, онда оның биіктігі сол горизонталь биіктігіне тең болады.



Сурет 1.26-Нүкте биіктігін анықтау

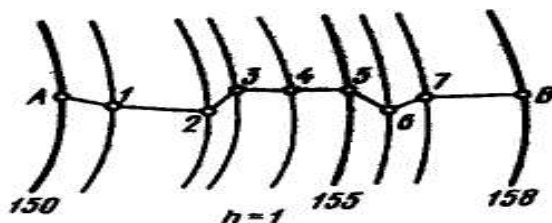
Ең жиі кездесетін жағдай ол нүктелердің горизонтальдардың арасына орналаасуы. Мысалы, H_1 және H_2 горизонтальдар арасында жатқан (сурет 1.26) С нүктесінің биіктігін анықтау үшін, С нүктесі арқылы горизонтальдарға тік түзу салынды да миллиметрлік сызғышпен e және d кесінділері анықталады. Іздеген нүкте биіктігін H_c мынандай байланыстылықпен табуға болады

$$H_c = H_1 + \Delta h, \quad (1.2.2)$$

мұнда, $\Delta h = e / d (H_2 - H_1)$

Берілген шартты ылдидық бойынша картада түзу жүргізу. 1.27-суретінде көрсетілген А және В нүктесінің арасына бірде бір кесінді берілген шартты ылдидықтан аспайтындай етіліп, қысқа жолды көрсету қажет. Бұл мәселені шешудің қысқа жолы, ол ылдидық масштабты қолдану арқылы шешу (сурет 1.25,б). Осы масштабтан циркуль-өлшегіш ұштарымен ылдидыққа лайықты салындыны алып, А нүктесінен В нүктесіне дейін 1...7 нүктелерін белгілейді. Егерде көршілес горизонтальдар арақашықтықтары циркуль-өлшегіштің ұштарынан артық болса, онда нүктелер арасы қысқа

бағыттағы түзулермен қосылады. Осы белгіленген түзулер бір бірімен қосылып, шартты ылдлықпен түзу жүргізіледі.

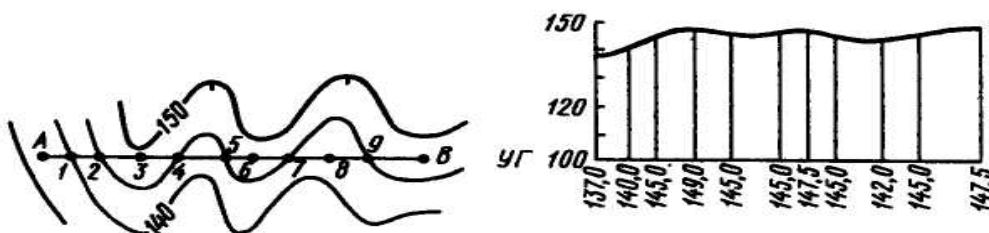


Сурет 1.27- Берілген шартты ылдлық бойынша картада түзу жүргізу сұлбасы.

Егерде ылдлық масштаб жоқ болса, онда салындыны мына формуламен есептеп шығаруға болады;

$$a_{\text{шектелген}} = h / (i_{\text{шектелген}} M), \quad (1.2.3)$$

мұнда, M – картаның сандық масштабының белгіші.



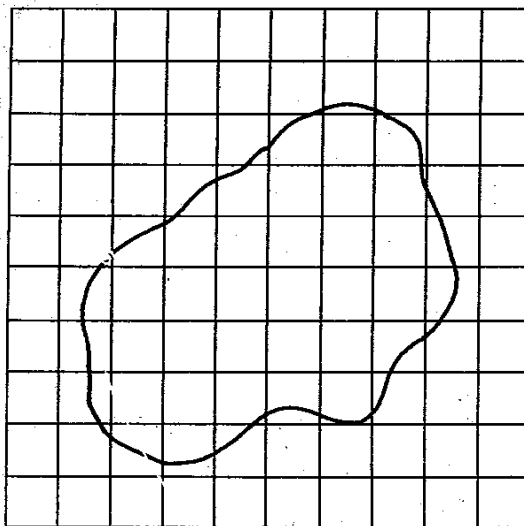
Сурет 1.28 Берілген бағыт бойынша кесіндіні (профильді) сызу сұлбасы.

Картада берілген бағыт бойынша кесіндіні (профильді) сызу (сурет 1.28). Мысалы, АВ түзуінің кесіндісін салу үшін, осы түзуді картаның масштабымен қағаз бетіне көшіріп, түзуге горизонтальмен қиылысу нүктелерін 1,2,4,5,7,9 және бедердің сипатталатын нүктелерін (3,6,8) белгілейді. АВ түзуі кесіндінің табаны болады. Картадан алынған бедер биіктігі нүктелерінен жүргізілген перпендикулярларға (ординаталарға) горизонтальдық масштабтан 10 есе ірі алынып горизонтальдағы биіктік көрсеткіштер белгіленеді де, осы белгілер ұштары бір бірімен сызықтармен қосылады. Әдетте ординаталарды салу нөлден бастамай бірдей санға қысқартылып, шартты көкжиектен (УГ) басталады. (мысалы, 1.28- суретінде шартты көкжиек ретінде 100 метрге тең биіктік алынған). Кесіндінің көмегімен нүктелердің ұшын түзу сызықтармен қосу арқылы, көрінбейтін нүктелердің бір бірінен көрінуін анықтауға болады. Бір нүктеден көрінбейтін бірнеше бағыттағы кесінді салынса, ол жер алаңшасының картасына немесе планына түсіріледі, ондай алаңшаларды көрінетін жер дейді.

План мен карта арқылы жердің ауданын анықтау. Көптеген инженерлік есептерді шығару үшін жер учаскесінің аудандарын анықтау қажет. Оларды графикалық, аналитикалық, механикалық тәсілдермен анықтауға болады.

1. *Графикалық тәсіл.* Егер ауданы анықталатын карта бетіндегі алаң геометриялық фигураларға (үш бұрыш, төртбұрыш т.б.) бөлінсе, онда ол учаскенің ауданы сол фигуралардың аудандарының қосындысына тең болады.

Ауданды жоғары дәлдікпен палетка арқылы да анықтауға болады. Палетка дегеніміз – бетіне квадраттар торы созылған жылтыр қағаз (калька). Палетка торының мөлшерін карта масштабына сай етіп алып, өлшенетін учаскенің үстіне салады да, контурға сәйкес келетін палетна торларының санын есептейді (сурет 1.29). Бұл тәсілдің кемістігі шеткі торлар мөлшерінің көзбен анықталуында.

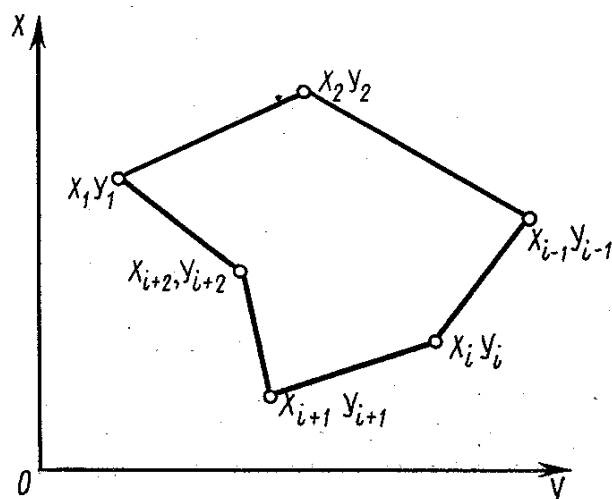


Сурет1.29-Палетка

2. *Аналитикалық тәсіл.* Бұл тәсілде геометриялық пішіндердің (сурет 1.30) координаталырын графикалық түрде анықтап, олардың ауданын төменгі формуламен анықтайды.

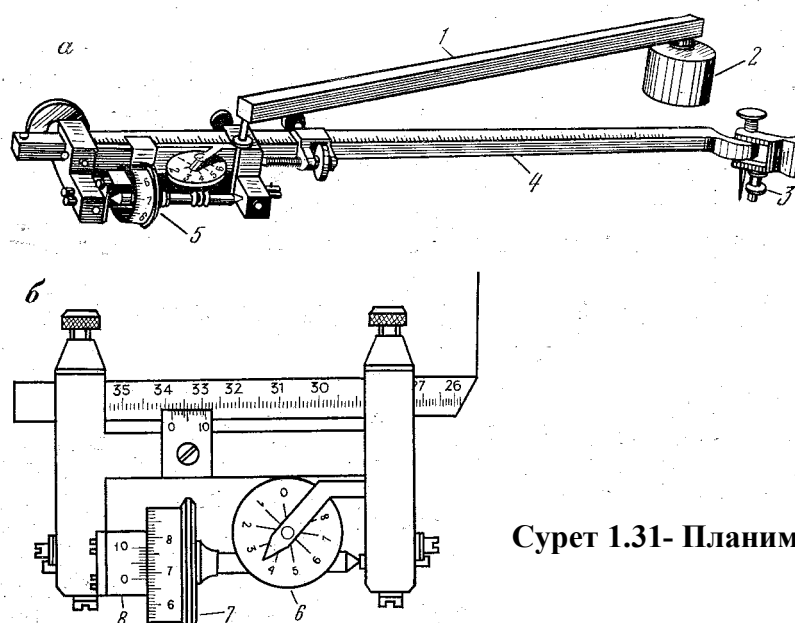
$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (1.2.4)$$

Полигонның ауданы әрбір нүктенің ординатасы мен абсциссаның алғы нүкте мен артқы нүктелер айырымының көбейтінділерінің қосындысының жартысына тең немесе әрбір нүктенің абсциссы мен ординатасының алғы нүкте мен артқы нүктелер айырымының көбейтінділерінің қосындысының жартысына тең



Сурет 1.30-Алаңшаның ауданын аналитикалық тәсілмен анықтау

3. *Механикалық тәсіл.* Картадағы немесе пландағы алаңшалардың ауданын арнаулы аспап полярлық планиметрмен есептеп шығаруға болады.



Сурет 1.31- Планиметр

Планиметр (сурет 1.31) полюстік (1) және бір бірімен тоспалы қосылысқан айналма (4) екі рычагтан тұрады. Полюстік рычагтің бір басына инелі салмақты зат полюс (2), айналма рычагтың бір басына есептеу механизмы (5), ал екінші басына айналма индекс (3) орнатылған. Айналма рычагтың ұзындығы өзгергіш болады. Есептеу механизмы циферблаттан (6), есептегіш дөңгелектен (7) және верньерден (8) тұрады. Циферблаттың бір бөлік көрсеткіші есептеу

механизмының бір айналымына тең болады. Барабан 100 бөлік көрсеткішке бөлінген, оның ондық бөлшегін верньер арқылы бағалайды. Планиметрдің толық көрсеткішін төрт санмен көрсетеді: бірінші сан циферблат көрсеткіші, екінші және үшінші сандар есептеу барабаны көрсеткіші, төртінші сан верньер көрсеткіші. 1.31-суретінде көрсетілген есептеу механизмының көрсеткіш саны 3682.

Өлшенілетін пішіннің контурының бастапқы нүктесіне айналма индекс қойылады да, есептік механизмның көрсеткіші a алынып, айналма индексті сағат нұсқарының бағытымен пішіннің контурымен бастапқы нүктеге дейін айналдырып әкеліп көрсеткіш b алынады. Осы көрсеткіштердің айырмашылығы $b-a$ планиметр бөлімдеріндегі пішін ауданын көрсетеді. Планиметрдің әрбір бөлік көрсеткіші жер бетіндегі немесе пландағы ауданға ұқсас болады мұны, планиметрдің бөлімдік мәні дейді. Айналған пішіннің ауданын мынандай формуламен анықтайды.

$$S=P(b-a) \quad (1.2.5)$$

Мұнда, P -планиметрдің бөлімдік мәні, $(b-a)$ -планиметрдің бастапқы және соңғы көрсеткіштерінің айырмашылығы

Планиметрдің бөлімдік мәнін анықтау үшін, карта бетінде ауданы белгілі геометриялық пішінге (топографиялық карта мен пландарда координаталарлық торлардан құралған квадрат) планиметрмен сол пішіннің контурын бірнеше рет айнадырады. Планиметрдің бөлімдік мәні мына формуламен анықталады

$$P=S_{\text{белгілі}} / (b-a) \quad (1.2.6)$$

Мұнда, $S_{\text{белгілі}}$ -пішіннің белгілі ауданы,

1.2.7 Сынақтық сұрақтар

1. Жер бетінің жазықта бейнеленуі
2. Карта мен планның айырмашылығы
3. Жергілікті жердің қимасын салу тәсілі
4. Масштаб, түрлері, дәлдігі
5. Ситуация, жердің бет-бедері, оларды бейнелеу
6. Бет-бедердің ерекше көзге түсетін түрлері
7. Жер бетін сандық түрде не үшін, қалай бейнелетіні жайында
8. Құрылысты жобалау кезіндегі топографиялық карталар мен пландар арқылы шешілетін есептер және олардың қалай орындалуы жайында

1.2.8 Есептік -графикалық жұмыс

Тақырып: Топографиялық карта мен пландарда есептер шығару.

Мақсат: Топографиялық карта мен пландардың дайындалуын, шартты белгілерін, бет-бедерін оқып білу және есептер шығару.

Тапсырма: 1) Ұстаздың көрсеткен бағытжолы (маршруты) бойынша оқулық карта У-34-37-В-в-4 –мен ондағы ситуацияны жаз;

2) Ұстаздың берген тапсырмасы бойынша оқулық картада берілген нүктелердің географиялық және тік бұрышты координаталарын және түзулердің бағыттау бұрыштарын (A_n , A_m , α) анықта;

3) Оқулық картадан жер беті бет-бедерінің негізгі түрлерін анықтап, олардың қай квадратта орналасқандығын жаз;

4) Горизонтальдар арқылы құламаның ылдилығын анықта;

5) Берілген бағыт бойынша кескінін (қимасын) сыз.

Керекті құралдар мен аспаптар: планиметр, микрокалькулятор, палетка, масштабтық сызғыш, оқулық топографиялық карта немесе план

Ескерту: Топографиялық картаны және тапсырманы ұстаз үлестіреді.

2 ТАРАУ

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР

- 2.1 Өлшеу жұмыстары мен өлшеу қателері теориясынан мәлімет
- 2.1.1 Геодезияда жүргізілетін өлшеулер;
 - 2.1.2 Есептеу жұмысының негізгі ережелері;
 - 2.1.3 Өлшеу қателері;
 - 2.1.4 Кездейсоқ қателердің негізгі қасиеттері;
 - 2.1.5 Орташа квадраттық, шекетік және салыстырмалы қателер.
 - 2.1.6 Сынақтық сұрақтар;
 - 2.1.7 Есептік жұмыс.

2.1.1 Геодезияда жүргізілетін өлшеулер

Өлшеу,-өлшеніліп алынған санды, біртекті өлшем бірлігімен салыстыру процесі. Геодезияда өлшеу жұмыстары көп бола тұра, олардың барлығы үш түрге топтасады:

- а) сызықтық* өлшеулер, нәтижесінде берілген нүктелердің ара қашықтықтары анықталады;
- б) бұрыштық* өлшеулер нәтижесінде, берілген нүктелердің бағыттары араларының горизонталь және вертикаль бұрыштары анықталады;
- в) биіктік* (нивелирлеулік) өлшеу, нәтижесінде жеке нүктелердің биіктік айырмашылығы анықталады.

Геодезияда жүргізілетін сызықтық өлшеу мен биіктік өлшеу (қашықтық, биіктік және өсімше) жұмыстарында өлшем бірлігі ретінде- *метр* қолданылады. **Метр** деп, иридия-платиналық қорппадан 1889 жылы жасалған жезл-эталонның ұзындығын айтады. Ол, жезл-эталон Париж қаласында “Халықаралық өлшем және салмақтық бюросында” сақталады. Кәзіргі кезде өте дәл метр-эталон ретінде жарықтың, секундтің $1/299792548$ бөлігінде жүрген жолының ұзындығы алынады.

Бұрыштық (горизонтальдық, вертикальдық) өлшем бірлігі ретінде- *градус* қолданады,

ол тік бұрыштың $1/90$, шеңбердің $1/360$ бөлігі. Градус 60 бұрыштық минутқа, ал минут

60 бұрыштық секундқа бөлінеді. Кейбір мемлекеттерде *градтық жүйе* қолданады. 1

град шеңбердің $1/400$ бөлігі, градтың $1/100$ бөлігі- градтық минут, градтық минуттың

$1/100$ бөлігі- градтық секунд деп алынады.

Қазіргі кездегі автоматтандырылған бұрыш өлшеуіш аспаптарда бұрыштық өлшем

бірлігі ретінде- *гон* алынады. Гон- 1градқа, немесе 54 бұрыштық минутке тең. Гонның

$1/1000$ бөлігі –*миллигон* деп аталады, ол 3,24 бұрыштық секундқа тең.

Өлшеу жұмыстарының нәтижесі *тікелей* немесе *жанама* өлшеу арқылы анықталады. Тікелей өлшеу жұмыстарында қолданылатын аспап арқылы, өлшем бірлігімен салыстыра отырып, өлшеу көрсеткіштерін тікелей анықтайды. Жанама өлшеуде аспаптармен тікелей өлшеніп алынған көрсеткіштерді есептеу арқылы анықтайды.

Мысалы, үш бұрыштың бұрыштарын арнаулы аспаптар арқылы тікелей анықтауға болады, немесе қабырғаларының ұзындығын өлшеу арқылы- есептеп анықтауға болады (жанама өлшеу).

Өлшеу жұмыстарын жүргізу үшін керекті жағдайлар: *өлшеу объектісі, орындаушы, өлшеу тәртібі, өлшенетін орта*.

Жергілікті жерге қойылған өлшеу жұмысын бастайтын белгіні- *бастапқы нүкте*, өлшеу жүргізілетін нүктелерді –*анықтайтын нүкте* деп атайды. Бастапқы нүкте мен анықтайтын нүктелер жазықтықта, немесе биіктікте жатуы мүмкін.

2.1.2 Есептеу жұмысының негізгі ережелері

Геодезиялық өлшеу және олардың нәтижесін өңдеу жұмыстарында оның ажыратылмайтын элементі –есептеу жұмысы. Есептеу тәсілі, есептеуге қолданылатын техникалық құралдар, есептеудің күрделілігіне және жұмыс жүргізілетін объектілерге байланысты болады. Есептеуге әртүрлі есептеу аспаптарын, ал өлшеу жұмыстарын жүргізуде- анықтамаларды, кестелерді, номограммаларды қолданады.

Есептеу жұмыстарында қателерді аз жіберу мақсатымен қойылатын жалпы талаптар:

- есептеу жұмыстарын жүргізу оңай, көрнекі және ұқсастық болу үшін, ұтымды сұлбалар (алгоритм) таңдалынып алынады; мысалы, даладағы өлшеулер және есептеу жұмыстарының нәтижелері стандартты журналдарға жазылса, ал кейінгі есептеу (камеральды) жұмыстары- арнаулы бланктарға немесе ведомостарға жазылады;
- барлық есептеу жұмыстары кезектегі және соңғы тексерістер арқылы жүргізіледі. Кезектегі тексерісте аралық есептеудің дұрыстығы, ал соңғы тексеруде қорытынды нәтижелерінің дұрыстығы тексеріледі. Ол үшін, есептеу жұмысының нәтижелерін тексеруші формулалар арқылы тексере отырып қатарынан екі адам орындайды;
- жазу айқын және анық жазылуы тиіс, дұрыс жазылмаған жазуды немесе есептеуді түзетуге болмайды, дұрыс жазылмаған санды бір сызықпен сызып үстіне дұрыс сан жазылады.

Геодезиялық есептеу жұмыстарында жуық санды нәтижелер көп кездеседі. Осы жуық сандарды бір біріне жақындату үшін, мынандай ережелер сақталады. Жуық сандарды ондық белгілер, мәні бар сандар, дұрыс сандар болып бөледі. Санның ондық белгісіне үтірден кейін тұрған сандар жатады. Мәні бар санның бірінші санның алдында және ақырғы санның артында тұрған нөл санынан басқа, барлық сандар-

мәні бар сандар болып саналады (мысалы, 0,0107 санында төрт ондық белгі және үш мәні бар сан). Дұрыс сандарға сенуге тұратын сандар жатады. Мысалы, ұзындықты 1 метрлік дәлдікпен өлшегенде оның нәтижесі 260,22 м болса, бұл санның дұрыс саны 260, ал ақырғы екі саны дұрыс сан емес «сенуге тұрмайтын сандар».

Егерде жуық сандар көп дұрыс емес мәні бар сандардан тұрса, онда оларға жинақтау тәсілі қолданылады. Жинақтау тәсілінде, егерде ақырғы қалдыратын сан бестік саннан кіші болса, онда сол сан қалдырылады, егерде бестік саннан үлкен болса, онда ол санға бір сан қосылады. Мысалы, 3,14159 санын былай біртіндеп қысқартуға болады; 3,1416; 3,142; 3,14; 3,1.

Есептеу жұмыстарын негізінен дербес кіші инженерлік калькуляторлар мен орындайды. Кейінгі кезде шығып жатқан аспаптар геодезиялық электронды есептеуіш құралдармен жабдықталған.

2.1.3 Өлшеу қателері

Өлшеулердің қай-қайсысында болсын азды-көпті қателер кетіп отырады. Өлшеуіш құралдардың сезімталдығы мен өлшеуші адамдардың шеберлігіне қарай өлшеулер дәлдігі әртүрлі болады. Сайып келгенде өлшеу нәтижелері мүлтіксіз дәл болуы мүмкін емес. Өлшеу кезінде кететін қателер үш топқа бөлінеді; өрескел, жүйелі және кездейсоқ қателер.

Өрескел қателіктер деп - өлшеуші адамның бір жәйтты аңғармай қалуынан, өлшеу аспаптарының көрсеткен санын шала оқудан, кейбір қажетті шарттарға көңіл бөлмегендіктен болатын қателерді айтады. Мысалы, қашықтықты өлшегенде бір лента ұзындығын (20 м) ескермеу, қалдықты лентаның екінші ұшынан, яғни 6 санының орнына 9 деп есептеу. Әдетте, өрескел қателердің нәтижесі қайталап өлшеу кезінде анықталып түзетіледі.

Жүйелі қателіктерге өлшеу аспаптарының конструкциясындағы кемшіліктердің, аспаптардың дұрыс орнатылмауынан, сыртқы ортаның әсерінен және т.б. нәтижесін үнемі не асырады, не кемітеді, яғни өлшегіш шама мәндерінде бір жүйе, заңдылық байқалып отырады. Жүйелі қателердің ұлғаюын азайтып, дәлдігін арттыру үшін аспаптарды мұқият тексеріп, өлшеуді арнаулы әдістерге сүйене отырып жүргізіп және де өлшенген нәтижелерге түзету енгізіп отыру қажет.

Кездейсоқ қателіктер- түпкі тегі мәлімсіз, кездейсоқ себептерден пайда болатын, өлшеу нәтижелерін біресе арттырып, біресе кемітіп отыратын қателер. Өрескел және жүйелі қателерді тауып, өлшеу нәтижелерін түзетуге болады. Сондықтан, өлшеу нәтижелерінде өрескел және жүйелі қателер жоқ деп есептейміз де кейінгі тараулар тек кездейсоқ қателерге тоқталамыз.

2.1.4 Кездейсоқ қателердің негізгі қасиеттері

Өлшеу нәтижелері кездейсоқ қателерден мүлтіксіз болмайды.
Кездейсоқ қате мынандай формуламен сипатталады

$$\Delta_i = l_i - X \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.1)$$

Осы формулаға қарай отырып мынандай қорытынды жасауға болады.
Кездейсоқ қате- өлшенілген (l_i) және нақты (X) мөлшерлер арасындағы айырмашылық. Δ -ны нақты қате депте атайды. Егерде бірдей дәлдікте көп орындалған бір шамадағы өлшеулер жүргізіліп, олардан бірнеше қатар шамадағы кездейсоқ қателер алынса (мысалы, $\Delta_1 = l_1 - X$; $\Delta_2 = l_2 - X$; ... $\Delta_n = l_n - X$) онда, кездейсоқ қателер мына қасиеттерге ие болады:

1) бір жағдайда, бір өлшеуші, бір аспап, бір мезгіл, ауа райы бір қатар т.б. өлшенген шамалардың кездейсоқ қателері белгілі бір шектен (мөлшерден) аспайды.

$$|\Delta| < |\Delta_{\text{шек}}|, \quad (2.2)$$

2) Оң және теріс таңбалы абсолюттік шамасы бірдей сандар, қатар кездесуі мүмкін;

$$p(\Delta > 0) = p(\Delta < 0) = \frac{1}{2}, \quad (2.3)$$

мұнда p - мүмкіндік оқиға.

3) Өлшеу санын шексіз көбейте берсең, кездейсоқ қателердің арифметикалық ортасы нөлге жақындай береді.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0, \quad (2.4)$$

мұнда n - өлшеу саны, $[\Delta]$ – кездейсоқ қателердің жиынтығы (қосындысы)

4) бақылау кезінде абсолюттік мәні шамалы (аз) кездейсоқ қателер үлкен шамалыға қарағанда жиі кездеседі.

Кездейсоқ қателердің қасиеттерін зерттеу – осы қателердің үлестіру заңдарын анықтау, өлшеу нәтижелері бойынша оның бағасын шығару, бағаламаның дәлдігін табу және кеткен қателерді түзету әдістерін табуға және тексеруге мүмкіндік жасайды.

Демек, өлшеу саны шексіз көбейтілген сайын, дәлдігі бірдей өлшеулерден шыққан бір шаманың орташа арифметикалық мәні соның шын мәніне жақындайды.

Егер өлшенген шама шын мәнінде белгісіз болса, онда өлшеу қатарын бағалау үшін оның орташа арифметикалық мәнін алады. Ондай қателерді - өлшеудің ең ықтимал кездейсоқ қателері деп атайды. Мысалы, $l_1, l_2, \dots, l_n$ - өлшенген нәтижелер қатары:

- нәтижелердің арифметикалық ортасы,

$$X = [l]/n \quad (2.5)$$

- өлшеудің ең ықтимал кездейсоқ қателері.

$$\Delta_1 = l_1 - X; \quad \Delta_2 = l_2 - X; \dots \Delta_n = l_n - X. \quad (2.6)$$

2.1.5 Орташа квадраттық, шектік және салыстырмалы қателіктер

Өлшеу нәтижелерін дұрыс пайдалану үшін, оның қандай дәлдікпен, яғни қандай дәрежеде шын мәніне жақын алынғанын білу қажет. Бір жағдайдағы өлшеудің дәлдігін сипаттау, қателік теориясында Гаусстың ұсынған *орташа квадраттық қателігі* (m) арқылы анықталады, ол мына формуламен есептеледі:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n}}, \quad (2.7)$$

мұнда n – тап осы шамадағы өлшеу саны .

Бұл формуланы өлшеудің нақты шамасы белгілі болғанда қолданады. Мұндай жағдай практикада аз кездеседі. Дегенмен өлшеу жұмыстарында, өлшеудің шын мәніне жақын арифметикалық ортаны табуға болады. Бұл жағдайда бір бөлек өлшеудің орташа квадраттық қателігі Бессель формуласымен есептеледі:

$$m = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}}, \quad (2.8)$$

мұнда δ - өлшеудің жеке шамаларының арифметикалық ортадан ауытқуы, мұны ықтималды қателік дейді, және ол $[\delta] = 0$

Арифметикалық ортаның дәлдігі, жеке өлшеу дәлдігінен жоғары болады, оның орташа квадраттық қателігі мынандай формуламен есептейді:

$$M = m / \sqrt{n}, \quad (2.9)$$

мұнда m - бір бөлек өлшеудің (2.1) немесе (2.2) формуласымен шығарылған орташа квадраттық қателігі.

Практикада өлшеу жұмысын тексеру және оның дәлдігін арттыру үшін, өлшеу жұмыстарын берілген бағытта және кері бағытта екі рет өлшейді де, ақырғы шама ретінде осы екі өлшеудің орташа мәні алынады. Бір жағдайдағы өлшеудің орташа квадраттық қателігі мынандай формуламен анықталады:

$$m = \sqrt{[d^2]/2n}. \quad (2.10)$$

Екі рет өлшеудің орташа қортындысы мынандай формуламен анықталады:

$$M = 1/2 \sqrt{[d^2]/2n}, \quad (2.11)$$

мұнда d - екі рет өлшеудің бір бірінен айырымы, n - айырым саны (екі рет өлшеудің).

Кездейсоқ қателіктің бірінші қасиетіне байланысты берілген жағдайдағы өлшеуде қателік бір шектен аспауы тиіс, мұны- *шекті қателік* дейді. Құрылыстық нормаларда шекті қателікті- *рұқсат етілген ауытқу* дейді.

Егер орташа квадраттық қателік белгілі болса, онда бір жағдайда өлшенген шамалардың шекті қателігін табуға болады. Өлшеудің кездейсоқ қателігінің абсолюттік шамасы оның үш еселенген орташа квадраттық

катесінен аспайтыны теория арқылы да , тәжірибе жолымен де дәлелденген, яғни:

$$\Delta_{\text{шект.}} = 3m. \quad (2.12)$$

Бірақ та жоғары дәлдікті талап ететін топографиялық геодезиялық жұмыстарда шекті қате үшін $\Delta_{\text{шект.}} = 2m$ алынады.

Өлшеу қателігі шекті қателіктен асып кетсе, *өрескел қателікке* жатады. Орташа квадраттық қателіктің абсолюттік шамасын *абсолюттік қателік* дейді. Кейде өлшеу дәлдігін абсолют қателік немесе шектік қателіктер арқылы емес, салыстырмалы қателіктер арқылы шамалайды.

Салыстырмалы қателік деп, - абсолюттік қателіктің өлшенген шамаға қатынасын айтады. Салыстырмалы қателік- дұрыс бөлшек ретінде көрсетіледі, алымы -бір саны, бөлгіші –екі-үш мәні бар жинақталған сан нөлдерімен. Мысалы, өлшенген түзудің ұзындығы $l = 110$ м, абсолюттік қателігі $m_l = 2$ см салыстырмалы квадраттық қателік $m_l/l=1/5500$ болады, ал шекті қателік $\Delta_{\text{шект.}} = 3m=6\text{см}$ болса, шектелген салыстырмалы қателік $\Delta_{\text{шект.}} = 1/1800$ болады.

2.1.6 Сынақтық сұрақтар

- 1 Өлшеу жұмысы дегеніміз не?;
- 2 Геодезиялық өлшеу жұмыстарының түрлері және олардың орындалуы;
- 3 Ұзындық, биіктік, бұрыштық өлшем бірліктері;
- 4 Есептеу жұмыстарында қателерді аз жіберу үшін қойылатын талаптар;
- 5 «Мәні бар сан», «дұрыс сан» дегендерді түсіну және оларды қысқартып жинақтау;
- 6 Өлшеу қателіктері дегеніміз не?;
- 7 Өлшеу кезінде кететін қателіктің түрлері, олардың неліктен болатындығы;
- 8 Кездейсоқ қателердің негізгі қасиеттері;
- 9 Орташа квадраттық, шектік, салыстырмалы қателіктер туралы түсінік, оларды шешу тәсілдері.

2.1.7 Есептік жұмыс

Тақырып: Өлшеу қателері теориясынан мәлімет

Мақсат: Өлшеу дәлдіктерін бағалау мен шектерді белгілеу үшін есептер шығару.

Керекті құралдар мен аспаптар: сызбалық құралдар, микрокалькулятор,

№1-тапсырма. Жергілікті жерде бір ұзындық тура және кері алты рет өлшенген, өлшеу нәтижелері; $20,75+N_0$; $20,81+N_0$; $20,77+N_0$; $20,70+N_0$; $20,73+N_0$; $20,79+N_0$ м. Осы түзудің ықтималдық шамадағы ұзындығын және өлшеу жұмысының дәлдігін бағалау керек.

Мұнда N_0 - студенттің сынақ кітапшасының ақырғы екі нөмірі; *Ескерту:* студенттің сынақ кітапшасының нөмірі 4520 болса, ақырғы екі нөмірі 20, сондықтан $+N_0$ -дің орнына 20,20 деп сан қойылады, осы санды алатын санға қосу арқылы анықталады. Мысалы, берілген сан $20,75+N_0=20,75+20,20=40,95$ м. анықталатын сан болады.

Орындалу тәртібі:

1 Берілген тапсырманы (алатын сан) кесте 2.1-ге ұзындық өлшеу нәтижесіне жазу;

Кесте 2.1- Ұзындық өлшеу нәтижесін анықталған санмен толтырып есептеу

Өлшеу нөмірі	Ұзындық өлшеу нәтижесі l , см	Арифметикалық ортадан ауытқу δ , см	Ауытқудың Квадраты δ^2 , см ²	Есептеу
1				$m=$ $M=$ $m/l=$ $M/l=$ $\Delta_{\text{шектелген}}=$
2				
3				
4				
5				
6				
Орташа	$X=$	$\delta_i=$	$\Sigma= \delta^2$	

2 $X = [l]/n$ формуласымен осы жағдайға байланысты ықтималды арифметикалық орташаны анықтау;

3 Әрбір өлшенген шаманың ($l_1, l_2...l_6$) арифметикалық ортадан ауытқуын мына формулалармен $\delta_1=l_1-X, \delta_2=l_2-X,.... \delta_6=l_6-X$ анықтау, есептеуді тексеру: $[\delta] = 0$. ;

4 Бессель формуласымен (2.8) әрбір өлшеудің орташа квадраттық қателігін анықтау;

5 Арифметикалық орта дәлдігінің орташа квадраттық қателігін анықтау;

6 Ұзындық шама өлшенгенде, онда әрбір өлшеудің салыстырмалы орташа қателіктері және арифметикалық ортасы есептелінеді

7 Бір өлшемнің шектелген және салыстырмалы қателерін анықтауға болады.

№2-тапсырма. Метеостанцияда (ауа райын бақылайтын мекеме) ауа райының температурасын әрбір екі сағат сайын, екі бірқалыпты термометрмен өлшеп отырған, олардың көрсеткіштері 2-ші кестеде көрсетілген. Осы көрсеткіштерді пайдалана отырып, ауа райын бір термометр көрсеткіштерінің орташа квадраттық қателігін, бір уақытта екі термометрмен алынған көрсеткіштердің орташа мәнін есептей отырып, кесте 2-ні толтырыңыз

Кесте 2.2- Термометр көрсеткіштері

№	Өлшеу жүргізген уақыт, сағат	t_1 °C	t_2 °C	$t_{cp}=(t_1+t_2)/2$	$d=t_1-t_2$	d^2	Есептеу
1	0	12,4	12,6				m=
2	2	11,7	12,0				M =
3	4	12,0	12,0				
4	6	15,1	14,7				
5	8	16,0	15,8				
6	10	20,5	20,6				
7	12	24,9	25,2				
8	14	25,2	25,2				

2.2 кестенің жалғасы

9	16	24,4	24,2				
10	18	20,1	20,0				
11	20	16,1	16,4				
12	22	13,5	13,4				

					$\pm$	Σ	
--	--	--	--	--	-------	----------	--

Орындалу тәртібі:

- 1 Екі рет өлшемнің орташа шамасы есептелінеді;
- 2 Екі рет өлшемнің айырымы есептелінеді;
- 3 Бір жағдайдағы өлшеудің орташа квадраттық қателікгі (2.10) формуласы бойынша есептелінеді;
- 4 Екі рет өлшеудің орташа мәнін (2.11) формуласы бойынша есептелініп кесте толтырылады.

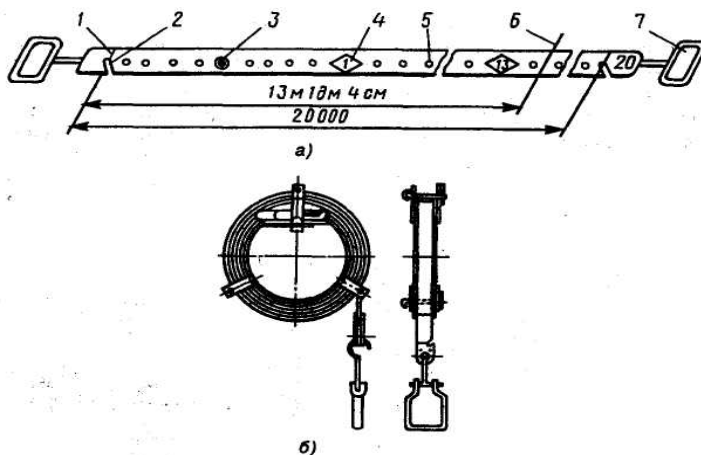
2.2 Ұзындық өлшеулер

- 2.2.1 Ұзындықты (қашықтықты) тікелей өлшеу аспаптары және өлшеу аспаптарын салыстыру;
- 2.2.2 Қашықтықты болат таспалармен және рулеткалармен өлшеу;
- 2.2.3 Ұзындықты (қашықтықты) жанама тәсілдермен өлшеу;
- 2.2.4 Ара қашықтықтарды радио және жарық сәуле қашықтық өлшеуіштер арқылы анықтау.
- 2.2.5 Сынақтық сұрақтар;
- 2.2.6 Зертханалық (студиялық) жұмыс.

2.2.1 Ұзындықты (арақашықтықты) тікелей өлшеу аспаптары және өлшеу аспаптарын салыстыру

Жергілікті жерде ұзындықты өлшеу геодезиялық өлшеудің ең дамыған түрі. Бірде бір геодезиялық жұмыс ұзындықты өлшемей жүргізілмейді. Ұзындықтар горизонтальдық, көлбеу, вертикальдық жазықтықтарда өлшенеді. Оларды *тікелей* және *жанама* тәсілдермен өлшейді. Әр тәсілдің өз аспаптары және өлшеу әдістері бар. Тікелей өлшеу тәсілінде нүктелер арасын болаттан жасалған өлшеуіш таспалар, рулеткалар және инварлық сымдар қолданылады.

Штрихты өлшеуіш таспалар ЛЗ (сурет 2.1) жалпақтығы 10-15 мм., қалыңдығы 0,4-0 5 мм , ұзындығы 20, 24, 30, 50 м болып келетін болат таспалар. Таспаның екі шеті бір –бір штрихпен (сызықпен) 1 белгіленген, олардың арасы осы таспаның ұзындығын анықтайды. Штрихтарға өлшенген арақашықты белгілейтін түйреуіштерді қоятын кертілген ойық 2 және таспаның екі шеті тұтқалармен 7 аяқталады.

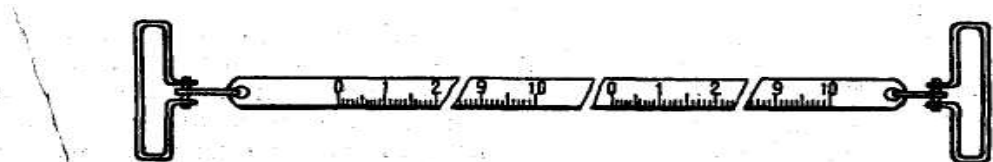


1- штрих, 2- кертілген ойық, 3- тойтарылған шеге, 4- пластина, 5-тесік, 6- аяқталған өлшеудің белгісі, 7- тұтқа

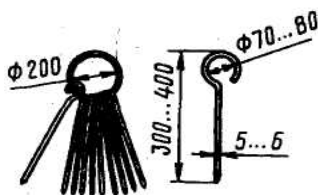
Сурет 2.1- Штрихты өлшеуіш таспа *а*- өлшеу кезінде, *б*- жиналған түрі

Таспаның метрлік көрсеткіші мыс пластиналармен 4, жарты метрлік көрсеткіші тойтарылған шегелермен 3, дециметрлік көрсеткіші тесіктермен 5 белгіленген. Өлшеудің ұзындық нәтижесін дециметрлік көрсеткішті «көзбен» бөлу арқылы метрдің жүздік бөлшегіне дейін алады (сурет 2.1*a*). Таспадағы көрсеткіш 13м және 14 см.

Шкалалы өлшеуіш таспа ЗЛШ (сурет 2.2) жоғарғы жазылған таспадан айырмашылығы олардың шеттерінде миллиметрлікке бөлінген ұзындығы 10 см шкалалары бар. Таспаның жоғарғы ұзындығы екі нөлдік штрихтың арақашықтығы болып табылады.



Сурет 2.2- Шкалалы өлшеуіш таспа



Сурет 2.3-Түйреуіштер

Өлшеу таспаларының құрамына 6 не 11 түйреуіш (шпилька) кіреді. Болат таспалар арқылы қашықтықты салыстырмалы қателігі 1:5 000 дейінгі дәлдікпен өлшеуге болады.

Рулеткалар (сурет 2.5) болаттан және тесьмалық таспадан жасалып ұзыдықтары 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 м, жалпақтығы 10...12 мм, қалыңдығы 0,15...0,30 мм болып шығарылады. Рулетканың бетіне әрбір миллиметр сайын барлық ұзындығына (сурет 2.3,*a*) немесе тек қана бірінші дециметрде штрихтармен (сурет 2.3,*б*) белгіленеді. Екінші жағдайда сантиметрлік штрихтармен белгіленіп әрбір дециметрлік бөлшектерге цифрлары жазылады. Болат рулеткасының кейбір түрлері 2,3-ші суретте көрсетілген

Инженерлік –геодезиялық жұмыстарда сырты жабық болат рулеткалар РЗ, ал маркшейдерлік жұмыстарда тау-кен рулеткалары (горные) –РГ-20, РГ-30, РГ-50 қолданылады. Рулеткалармен ұзындықтарды 1:500 000 дейінгі дәлдікпен өлшеуге болады.

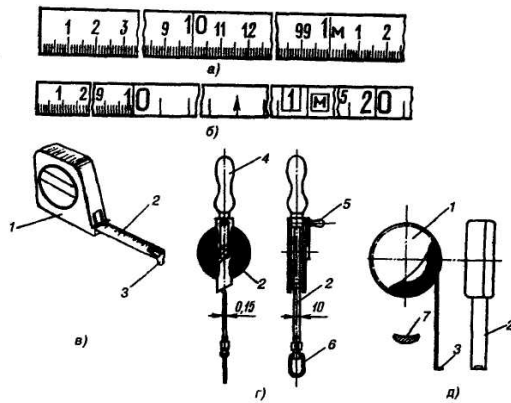
Кейбір дәлдік өлшеу жұмыстарында *инварлық сымдар* қолданылады. Инвар- темір, никель, көміртегі, марганец т.б. құрамалардан тұрады. Сондықтан, қолдануға ыңғайлы және ауа райының қолайсыздығы оған әсер етпейді.

Өлшеу аспаптарын салыстыру (компарирлеу). Өлшеу жұмысын жүргізер алдында өлшеуіш құралдарды үлгілі (эталонды) өлшеуіштермен салыстырады. Үлгі ретінде түзу жер бетіндегі немесе лабораториядағы

ұзындығы өте дәлдікпен өлшенілген кесінді алынады. Таспаның немесе рулетканың ұзындығы мынандай формуламен сипатталады:

$$l = l_0 + \Delta l_k + \Delta l_i, \quad (2.13)$$

мұнда l_0 – жайлы температурадағы ($+20^{\circ}\text{C}$) таспаның ең жоғарғы ұзындығы, Δl_k – салыстырмалық түзетпе, Δl_i – температуралық түзетпе.



а,б-ұзындық белгілер, в-өз бетімен жиналатын қалталық рулетка, г-сырты ашық рулетка, д-сырты жабық рулетка

Сурет 2,3- Болат рулеткалар

Өлшеуіш аспаптардың теңдігі мысалы, былай да көрсетілуі мүмкін; $l_{30} = 30 + 3,8$; $t = 20^{\circ}\text{C}$; бұл 20°C температуралық ортада 30 метрлік өлшеуіш аспаптың ақырғы штрихына $+3,8$ мм енгізіледі деген сөз. Егерде осы аспап -6°C температуралық ортада қолданылса, онда осы өлшеуіш аспаптың ұзындығын анықтау үшін, алдымен температуралық түзетпе анықталады. Температура 1°C – ка өзгергенде болаттың кеңеюінің сызықтық

коэффициенты $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6}$ м/град. Көрсетілген өлшеуіш аспаптың температуралық түзетпесі $\Delta l_i = \alpha (t - t_0) L = 12,5 \cdot 10^{-6} (-6 - 20) 30 = -9,8$ мм, ал таспаның барлық ұзындығы $l = 30 \text{ м} + 3,8 \text{ мм} - 9,8 \text{ мм} = 29,994 \text{ м}$ болады.

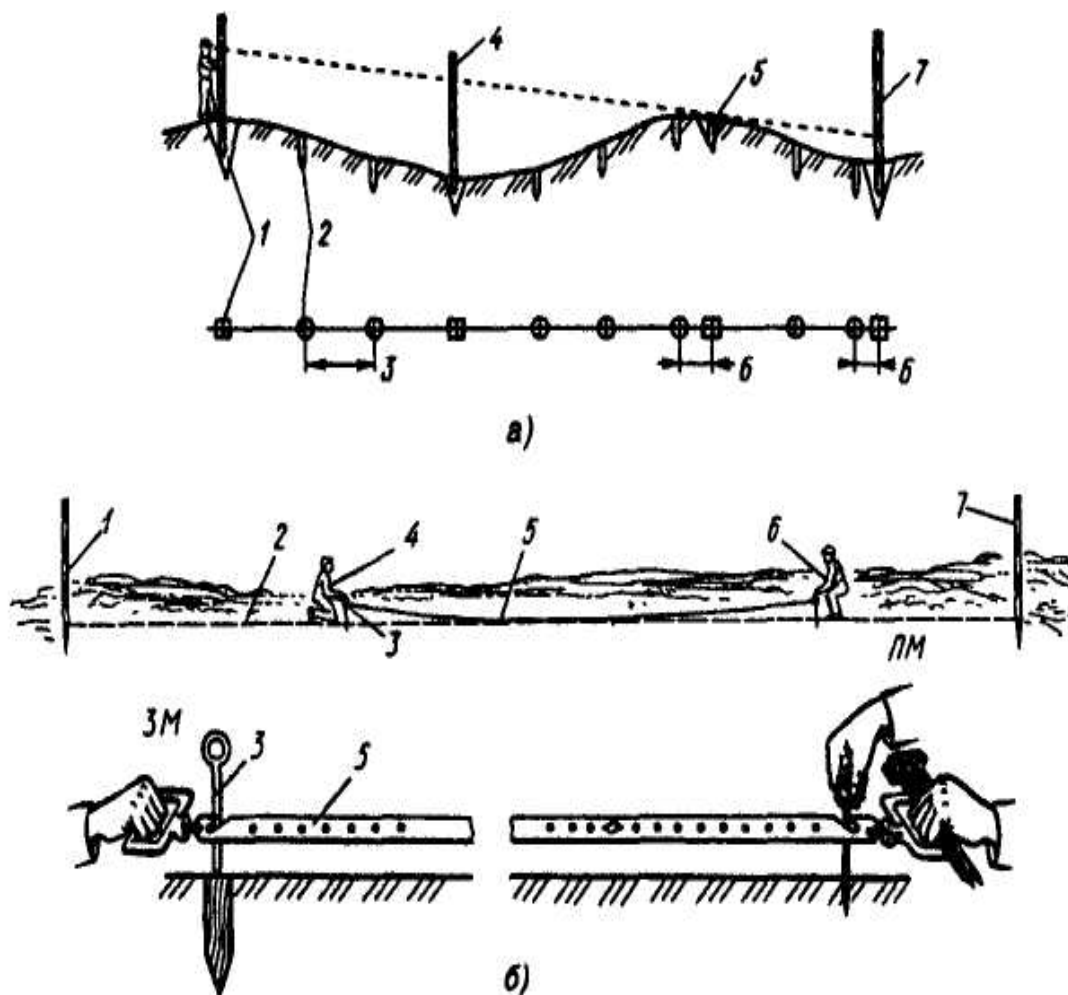
Өндірістік жұмыс жағдайларында өлшеуіш аспаптардың дәлдігін, далалық салыстыру үлгілермен (компараторлармен) анықтайды. Далалық салыстыру үлгілерін жасау үшін, бірдей тегістелген қатты жерге салыстыру үлгілерінің (компаратордың) арақашықтығы үлкен дәлдіктегі екі шетін арнаулы белгімен (темір қазықтармен) бекітеді. Таспаларды арасына бірнеше рет орналастыру үшін, белгілердің арақашықтығы $l = 120$ метрдей болады. Осы арақашықтық аралығына таспаларды бірнеше рет тура және кері бағытта орналастыру арқылы салыстырулық түзетуді анықтайды. Ол мына формуламен анықталады:

$$l = (l_0 - l_{\Sigma}) / n, \quad (2.14)$$

мұнда n – белгілер арасына өлшеуіш таспалардың тұтас орналасу саны, l_{Σ} – салысыру үлгісінің (компаратордың) өлшенілген ұзындығы.

2.2.2 Қашықтықты болат таспалармен және рулеткалармен өлшеу

Ара қашықтықтарды өлшеу оларды жер бетінде белгілеуден (бекітуден) басталады, яғни бастапқы және соңғы нүктелер белгіленеді. Қашықтықтар қажеттігіне қарай уақытша немесе тұрақты нүктелер арқылы бекітіледі. Уақытша нүктелер ұзындығы 25-30 см, жуандығы 4-5 см ағаштан жасалған қазықшамен 2 бекітіледі (сурет 2.2,а) . Нүктені дәл көрсету және дәл центлеу үшін қазықшаның басына шеге қағалады, ал ол нүктелерді тез тауып алу үшін айналасына дөңгелек қылып шұңқыр қазылады немесе топырақ үйіледі. Ұзақ уақытқа дейін қолданылатын тұрақты пункттер ағаш діңгектер, рельстер, құбырлар арқылы бекітіледі



а) кескін және план, б- ұзындықты өлшеу кезеңі;

1,4,7- қадалар, 2,5- түйреуіштер, 3,6-өлшеу кезеңдері

Сурет 2.4- «Желіні қадалау» (вешения линий)

Тұрған нүктеден сызықтың соңғы нүктесін көру үшін, сызық бағытымен соңғы нүктеге не алдынан немесе артынан қада қойылады. Егер өлшенетін ара қашықтық 150-200 м шамасынан артық және ойлы – қырлы болса, ұзындықты жеткілікті дәлдікпен өлшеу үшін екі нүктенің арасын қадалау керек. Қадалау деп- бастапқы және соңғы нүктелердегі екі ағаш қаданың аралығына тұстама сызық бойынша қосымша қадаларды 1, 4, 7 орнатуды айтамыз (сурет -2.4 а). Қадалардың ұзындығы 2...2,5 м, диаметрі 2,5...3 см, әр 20 см сайын ақ және қызыл бояулармен боялып, төменгі жағы үшкір болып келеді. Қадалау үшін өлшеушінің біреуі бастапқы нүктеде қалады да, жәрдемші қаданың біреуін соңғы нүктеге орнатып, қалғандарын өлшеушінің бағыттауымен тұстаманың үстіне бірнеше жерге бірін-бірі тасалайтын етіп, орнатады. Мұны «желіні қадалау» әдісі дейді. Егерде қадалау соңғы нүктеден бастапқы нүктеге қарай жүріп отырса, онда «өзіне қарай» қадалау дейді. Бұл жиі қолданылатын тәсіл. Қадалаудың «өзінен бастап» деген, дәлдігі төмендеу тәсілі де бар. Дәл қадалау үшін теодолит қолданылады. Қашықтықты өлшеу екі адамның жұмысы: оның бірі-артқы, екіншісі-алдыңғы өлшеуші болып есептеледі. Өлшеу алдында бір түйреуіш артқы өлшеушіде, қалған бесеуі (түйреуіш саны алты болғанда) –алдыңғыда болады. Артқы өлшеуші түйреуішті бастапқы нүктедегі ағаш қазықшаның ортасынан ұстап, оған таспаның штрихын түйістіреді және алдыңғы серігін бағыттайды. Алдыңғы өлшеуші таспаның екінші ұшын тартып, ілгегі арқылы 5 шпильканың біреуін жерге бекітеді. Содан кейін артқы өлшеуші өз түйреуішін жерден алады, ал алдыңғы – сол жерге қадап кетеді. Бұдан әрі, артқы өлшеуші қашан алдыңғының жерге кіргізіп кеткен түйреуішіне жеткенше екеуі таспаны алыс қадалар бойымен ілгері қарай жүре береді. Түйреуіштер лентаны тек жер бетінде орнату үшін ғана емес, өлшенген сызықтың ұзындығын анықтау үшін де қажет. Мысалы, кешендегі шпилькалар саны 6 делік, бір мезгілде артқы өлшеушілердің қолында 3 шпилька, ал өзінің тұрған нүктесінде бір шпилька орнатулы болда, онда сол нүктеге дейін 60 м қашықтық өлшенгені. Демек, артқы өлшеушінің қолында шпилька қанша болса, сонша рет 20 метрлік лента жерге салынғаны. Ақырғы нүктеге келген кезде таспаға симайтын кесінді қалады. Бұл қалдықтың ұзындығын сол лента арқылы сантиметрлік дәлдікпен өлшейді. Өлшенген қашықтықтың жалпы ұзындығы мына формула арқылы есептеледі.

$$l = n\ell + q, \quad (2.15)$$

мұнда n –тұтас салынған таспа саны (шпилькалар саны), ℓ - таспаның ұзындығы, q - қалдықтың ұзындығы.

Мысалы: Қашықтықты өлшеу кезінде 20 метрлік таспа 4 рет жерге салынып, қалдығы 9,25 м болды делік, сонда өлшенген арақашықтық $l = n\ell + q = 4 \times 20 + 9,25 = 89,25 \text{ м}$

Өлшеудің дәлдігін арттыру үшін әр қашықтық екі рет (тура және кері бағытта) өлшенеді. Екі өлшеудің айырмашылығы $\Delta = l_2 - l_1$, -сол ұзындықты өлшеудің абсолюттік қатесі болып есептеледі.

Өлшеу қателері теориясы тарауында айтып кеткендей ұзындық өлшеу дәлдігі салыстырмалы қате арқылы анықталады.

$$f_{\text{салыстыр}} = m/l = 1/(l:m) \quad (2.16)$$

мұнда m - орташа квадраттық қателік, l - өлшенілген ұзындық

Өлшеудің дәлдігі жердің рельефіне тікелей байланысты. Жер беті рельефіне қарай үш категорияларға бөлінеді;

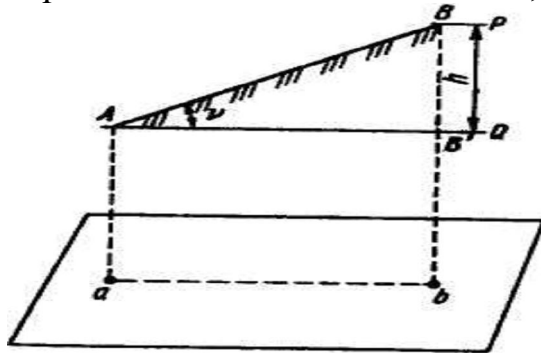
I- өлшеуге қолайлы; жеңіл, жері тегіс топырағы қатты т.б.

II- орташа: топырағы бос, шабындық т.б.

III- өлшеуге лайықсыз: сазды, құмды, шеңгелді т.б.

Осы категорияларға сәйкес салыстырмалы қателер мөлшерлері белгіленген. Мысалы, I-ші категориялы жерде $f_{\text{салыстр}} \leq 1/3000$, II-ші категорияда $f_{\text{салыстр}} \leq 1:2000$, III-ші $f_{\text{салыстр}} \leq 1:1000$ шамасынан аспауы қажет.

Өлшеу нәтижесіндегі қателер осы шектерден аспаса, онда өлшенген ұзындықтың мәні ретінде екі өлшеудің арифметикалық ортасын алады. Егер салыстырмалы қате шектен асып кетсе, қашықтық қайтадан өлшенеді.



Сурет 2.5- Өлшенген қашықтықтың проекциясы

Планға және картаға жер бетінде өлшенген қашықтықтардың проекциялары салынады. $D=AB$ түзуінің горизонталь проекциясы – ab , ол түзудің салындысы. Егер (сурет 2.5) ұзындықтың көлбеу бұрышы ν – теодолит арқылы өлшенсе, онда оның проекциясын $d=ab$ - ны мына формуламен есептеуге болады

$$d=D \cos \nu; \quad (2.17)$$

Жазықтықтағы проекцияларды көлбеудің түзетпелері (Δd) арқылы анықтауға болады, яғни

$$d=D - \Delta d \quad (2.18)$$

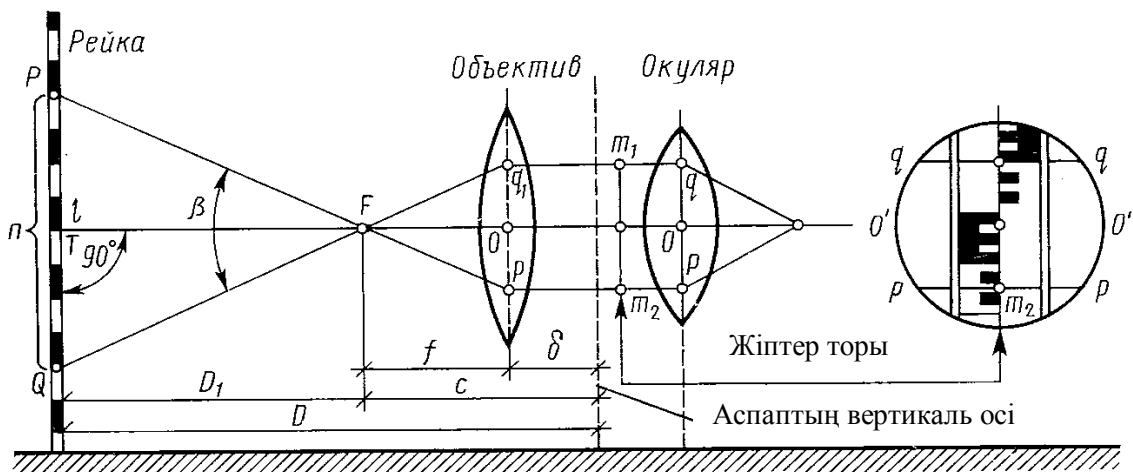
$$\Delta d = 2D \sin^2 \nu / 2 \quad (2.19)$$

Көлбеу бұрыштарды теодолиттің тік дөңгелегі немесе эклиметрмен өлшенеді.

2.2.3 Ұзындықты (қашықтықты) жанама тәсілдермен өлшеу

Ұзындық өлшеудің жанама тәсілі қашықтық өлшеуіш аспаптарымен (дальномерлермен) жүргізіледі. Қашықтық өлшеуіш аспаптар- *оптикалық* және *электрондық* болып бөлінеді. Оптикалық қашықтық өлшеуіштер- *тұрақты бұрышты* және *тұрақты базисті* болып бөлінеді. Электрондық қашықтық өлшеуіштер- *электрон-оптикалық* (сәулелік) және *радиоэлектрондық* болып бөлінеді.

Оптикалық қашықтық өлшеуіштер тікбұрышты немесе теңбүйрлі үшбұрыштардың параллактикалық бұрышын β және осы бұрышқа қарсы жатқан қабырғасы «базисы» l (сурет 2.6) арқылы қашықтықты анықтауға негізделген. Осы β және l көрсеткіштерінің біреуі тұрақты болады да, екіншісі өлшенеді. Сондықтан олар- *тұрақты бұрышты* және *тұрақты базисті өлшеуіштер* болып бөлінеді.



Сурет 2.6- Арақашықтықты қылжіпті қашықтық өлшеуіштермен анықтау

Тұрақты бұрышты- қылжіпті өлшеуіш, өлшеуіштер ішіндегі ең қарапайым түрі. Геодезиялық аспаптардың (теодолит, нивелир, кипрегель) көру дүрбілерінде, жіптер торының орталық көлденең сызықтарына бірдей арақашықтықта екі параллель (qq , pp) сызықтармен белгіленген (сурет 2.6). Осы екі параллель сызықтың арасы *тұрақты бұрышты* құрайды. Базистің қызыметін қашықтық өлшеуіш рейкалар немесе нивелирлік рейкалар орындайды.

Арақашықтықты өлшеу үшін, кесіндінің бір үшін аспап, екінші үшін қашықтық немесе нивелирлік рейка қойылады. Мысалы, көздеуіш сәуленің осі горизонтальды делік, онда жіптер торының қыл жіптерімен өткен жарық сәуле объективтің алдыңғы фокусы F нүктесінде қиылысып, рейканың P және Q нүктелеріне келіп түседі. Сөйтіп, QFP нүктелер арасы параллактикалық бұрыш β -ны анықтайды, және екі ұқсас QFP және q_1Fr үшбұтарды құрайды.

2.6 –суретінде көрсетілген арақашықтық

$$D = D_1 + f + \delta \quad (2.20)$$

Үшбұрыштар QFP және q_1Fr қабырғаларын $q_1r=\tau$ деп, ал $QFP=l$ деп алынса, үшбұрыштардың ұқсастығынан,

$$D_1/f = l/\tau$$

$$D_1 = lf/\tau$$

Бұл формулада f/τ көру дүрбісінде тұрақты сан, сондықтан, $f/\tau=K$ -әрпімен белгілеп, оны қашықтық өлшеуіш коэффициенті дейді. Кесінді PQ қашықтық өлшеуіштің рейкадан алынған өлшемін n деп, ал $(f + \delta)=C$ -тұрақты шама деп белгілесек, 2.20-формула мынандай түрде болады;

$$D=Kn+C \quad (2.21)$$

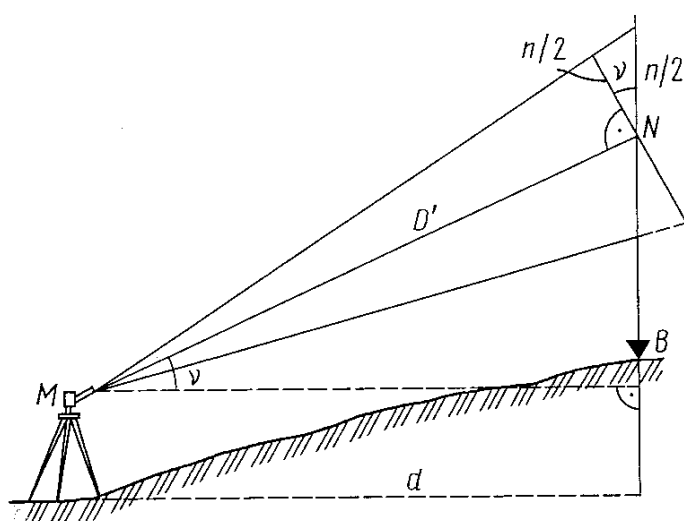
Есептеу жұмысын жеңілдету үшін K -ні 100-ге тең деп алады да, кәзіргі аспаптардың ішкі фокусты дүрбілерінің C тұрақты шамасының аздығынан, оны нөлге тең деп алады. Сондықтан, қылжіпті өлшеуішпен қашықтықты өлшеуді мына формуламен анықтауға болады:

$$D=100n \quad (2.22)$$

Мұнда n –рейкадан алынған сатиметрлік өлшем саны.

Жоғарыдағы көрсетілген формулалар көздеу сызығына базис перпендикуляр болғанда қолданылады. Бірақта жер бетінің ойлықырлығына, дөңестігіне, кедір-бұдырлығына т. б. жағдайларға (сурет 2,7) байланысты жоғарыдағы формулалар өзгереді. Өйткені, рейкадан алынған сантиметрлік сан n' , n –санына тең болмай, былайша өзгереді

$$n' = n \cos v \quad (2.23)$$



Сурет 2.7- Вертикальды рейкадан горизонтальдық салындыны анықтау

2.23- формуласының мәніне 2.21- формуласын қойсақ, онда;

$$D = K n \cos v + C. \quad (2.24)$$

Горизонтальдық салынды

$$d = D \cos v = K n \cos^2 v + C \cos v, \quad (2.25)$$

мұнда $C \cos v$ –мәнінің шамалылығына байланысты, бұл санды қоспауға да болады, сондықтан 2.25- формула былай түрленеді;

$$d = K n - (K n \sin^2 v) = D - D \sin^2 v, \quad (2.26)$$

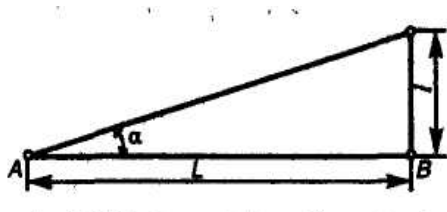
мұнда D - қылжіпті қашықтық өлшеуішпен өлшенген еңісті жердің арақашықтығы, $D \sin^2 v = \Delta D$ - өлшенген қашықтыққа түзетпе.

Мысалы, $v = 3^\circ$, $D = 100$ м, $\Delta D = -0,27$ м.

Қылжіпті қашықтық өлшеуіштің кемшілігі, оның дәлдігінің төменділігі (1/300). Бұл f/τ тұрақсыздығынан және жіптер торының жуандығы салдарынан рейкадағы сандардың қателікпен алынуынан туады.

Жұмыс басталар алдында K -коэффициентін және C -тұрақты шамасын далада анықтайды. Ол үшін, таспалармен өлшенген бірнеше кесінділерді, қашықтық өлшеуішпен қайтадан өлшеп, жоғарғы көрсеткіштерді анықтайды.

Тұрақты базисті қашықтық өлшеуіштің жұмысын нақтылы мысалмен қарастырайық. А нүктесінен В нүктесіне дейінгі қашықтықты анықтау үшін, А нүктесіне теодолит қойылады да В нүктесіне ұзындығы l нақты белгілі кесінді (базис) қойылады.



α – бұрышы өлшеніп, тригонометриядан белгілі $L = l \operatorname{tg} \alpha$ формуласымен А нүктесінен В нүктесіне дейінгі қашықтық есептеліп анықталады.

Сурет 2.8-Тұрақты базисты қашықтық өлшеуіштің орындалу сұлбасы

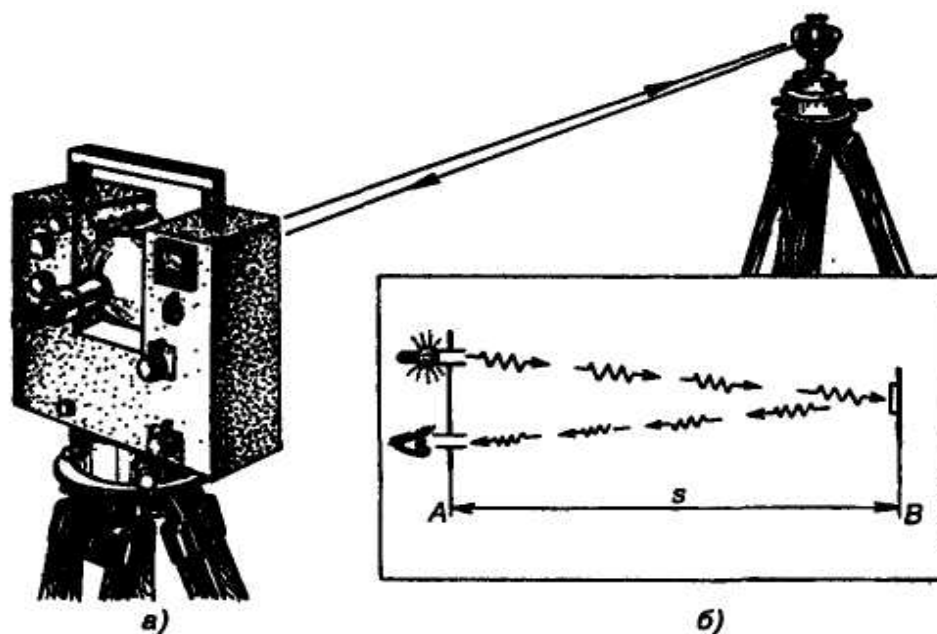
2.2.4 Ара қашықтықтарды радио және жарық сәуле қашықтық өлшеуіштер арқылы анықтау.

Электрондық қашықтық өлшеу құралдары физикадан белгілі, өлшенетін қашықтықпен S , электромагниттік тербелістің v жылдамдықтағы өлшенетін ұзындықтың бойымен барып қелу уақытының t ара қатынасына негізделген, яғни $S = vt/2$, бір сөзбен айтқанда, бұл аспаптардың негізіне

радиотолқындар мен сәуле толқындарының белгілі бір нүктеге барып келу уақытын өлшеу тәсілі қойылған.

Радиоқашықтық өлшеуіштің радиотолқындарды тарату және қабылдау ерекшелігіне байланысты ірі арақашықтықтарды өлшеуде және навигацияда қолданады. Жарық диапазонында электромагниттік тербелісті пайдаланатын жарық қашықтық өлшеуіш, инженерлік – геодезиялық өлшеу жұмыстарында жиі қолданады.

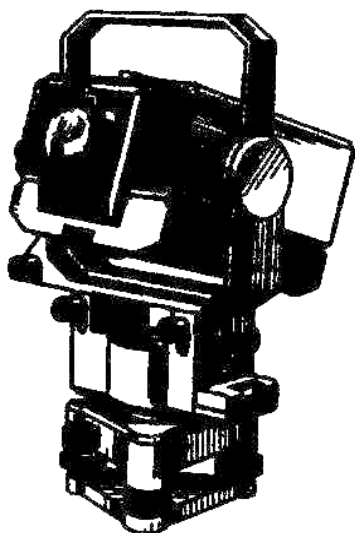
АВ нүктелерінің арақашықтығын өлшеу үшін (сурет 2.9), А нүктесіне жарық қашықтық өлшеуіш, В нүктесіне шағылыстырғыш қойылады. Жарық сәуле ағыны аспап таратқышынан шағылыстырғышқа жіберіледі, ол сәулені шағылыстырып сол аспапқа қайтадан жібереді. Егерде жарық сәуле толқынының шағылыстырғышқа барып қайту уақытын өлшесек, онда жарықтың белгілі таратылу жылдамдығы арқылы, іздеген қашықтықты есептеп шығаруға болады. Жарық толқынының таратылу уақыты тікелей және жанама тәсілдермен анықталуы мүмкін.



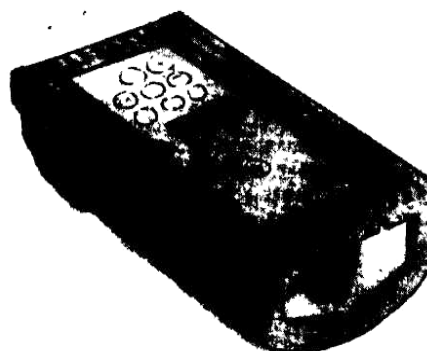
Сурет 2.9- Жарық қашықтық өлшеуіш (а) және өлшеу кезінде сәуленің барып қайтуы (б)

Жарық толқынының шағылыстырғышқа барып қайту уақытын тікелей анықтайтын аспапты- *серпілісті (импульсті)* қашықтық өлшеуіш дейді. Бұл аспаптарда уақытты шағылысқаннан кейінгі жарық серпілісінің сәуленелуге қатысу кезеңіне дейінгі кешігу уақытымен қоса өлшейді.

Жарық сәуле толқынының жүру уақытының электромагниттік тербелісінің екі фазасының айырмасын өлшеу арқылы, жанама анықтайтын аспапты- *фазалық* дейді. Жартылай өткізгіштік лазерлік сәуленудің және сандық тәсілмен фаза айырмасын өлшенуінің енуіне байланысты, фазалық-серпілістік қашықтық өлшеуіш аспап пайда болды. Бұл аспап фазалық тәсілмен, серпілістік сәуленуінің уақытша интервалын өлшеуге негізделген.



**Сурет 2.10- жарық
қашықтық өлшеуіш
2СТ10**



**Сурет 2.11-Лазерлік
рулетка**

Кәзіргі уақытта көп қолданатын фазалық- серпілістік аспап топографиялық жарық қашықтық өлшеуіш СТ-5. Бұл жоғары автоматтандырылған аспап, арақашықтықты өлшеу дәлдігі $(10+5D \text{ км})\text{мм}$, 5 км арақашықтыққа дейін өлшеуге болады. Осы аспаптың жетілдірілген нұсқасы 2СТ10 (сурет 2.10), арақашықтықты өлшеуде орташа квадраттық қателігі $(5+3 D \text{ км})\text{мм}$, өлшеу мөлшері (диапазоны) 0,2...10 км, жұмыс жүргізе алатын температура мөлшері $+40^{\circ}\text{C} \dots -30^{\circ}\text{C}$. Жұмыс жасау процесін микроЭЕМ басқарады. Өлшеу нәтижесі ауа температурасына, атмосфера қысымына байланысты түзетулерді ескере отырып, сандық таблада көрсетіледі және оны тіркеу құрылымына кіргізіліп тіркеуде болады. Аспапта шағылыстан берілген сигналды, өлшеу нәтижесін, энергия көзінің отыруын білдіретін дыбысты құрылғылар бар. Жарық қашықтық өлшеуіштің жинағына шағылғыштар, штативтер, энергия көзі және оны зарядтау аспабы, барометр, термометр, т.б. құрал саймандар кіреді.

Инженерлік геодезия жұмыстарында жоғарғы дәлдіктегі жарық қашықтық өлшеуіштер «Топаз СП2», өлшеу дәлдігі $(1+ D \text{ км})\text{мм}$, «СПОЗ(ДК001)», өлшеу дәлдігі $(0,8+ 1,5D \text{ км})\text{мм}$. Шахтадағы маркшейдерлік жұмыстарда жарғыштардан сақтандырылған, 500 м қашықтыққа дейін өлшеу жүргізе алатын аспап МСД-1М қолданылады- өлшеу қателігі $(2+ 5D \text{ км})\text{мм}$.

Кәзіргі кезде өлшеу қателіктері 10мм-ге дейін пассивтік шағылыстыру аспаптары белгілі. Швейцарияның «Лейка» фирмасы шығаратын қашықтық өлшеуіш 50метрге дейінгі арақашықтықты 2мм қателікпен жүргізеді.

Құрылыс алаңында шағылыстырғышсыз жұмыс істейтін лазерлік рулеткалар қолданады (сурет 2.11).

2.4.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Қашықтықты тікелей өлшеу аспаптары
- 2 Ұзындықты болат таспалар мен өлшеу тәртібі
- 3 Тікелей өлшеуіш аспаптарды компарирлеу
- 4 Жер бедеріне байланысты категорияларға бөліну тәртібі
- 5 Оптикалық қашықтық өлшеуіштер түрлері және олар мен қалай жұмыс жүргізілетіндігі
- 6 Жарық- және радио қашықтық өлшеуіштер мен арақашықтықты өлшеуге қолданылатын аспаптардың физикалық принциптері.

2.4.6 Зертханалық (студиялық) жұмыс

Тақырыбы: Ұзындықты өлшеу.

Мақсаты: Тікелей өлшеуіш аспаптарымен танысу, қолдана білу және оларды компарирлеу.

Керек құралдар: штрихты болат таспалар, микрокалькулятор.

Тапсырма: 20 метрлік штрихты болат таспаны зертханалық және дала компараторларымен салыстыру, оның дәлдігін анықтау. (Керекті таспаларды ұстаздан алынады).

Тапсырманы орындау тәртібі:

Компарирлеу жұмыс барысы 3 кезеңнен тұрады:

- 1) компаратор базисінің ұзындығын дұрыс таспалармен немесе рулеткалармен өлшеу;
- 2) базистың ұзындығын қолданылатын жұмыс таспаларымен өлшеу;
- 3) базистың ұзындығын дұрыс таспалармен қайта өлшеу.

Бірінші кезеңде әрбір дұрыс жұмыс таспасын компаратор базистың бойына алты реттен жатқызып, динамометрмен 10 кг-дық күшпен тартады да, бақылаушылар әрбір өлшем сайын 2-3 сантиметрге жылжыта отырып, штрихтың алдыңғы және артқы өлшем көрсеткіштерін бір мезгілде жазып отырады. Өлшемдердің бір-бірінен айырмашылығы 3 мм-ден аспауы тиіс. Таспаның температурасы астына қойылған термометрмен 1⁰С дәлдікпен өлшенеді.

Екінші кезеңде, бірінші кезеңдегідей әдіспен, базисті қолданылатын жұмыс таспаларымен өлшейді. Базистің дұрыс таспамен өлшегендегі ұзындығын B мына формуламен анықталады;

$$B = l_0 + \Delta l_k + \alpha (t - t_0) - (II - 3)_{opt}, \quad (2.27)$$

мұнда, $(II - 3)_{opt}$ – алты жұп өлшемнің орташа мәні, мұнда II – алдыңғы және 3 – артқы болжаушылардың өлшем көрсеткіштері, t – дұрыс таспаның температура көрсеткіші, t_0 – таспаның ұзындығына келтірілетін температура (дұрыс таспаның температурасына ең жақын, 10⁰С есе өсірілген мәні).

Егерде өлшенген базистің өлшем көрсеткіштері бір-бірінен 3 мм-ден аспаса, онда барлық көрсеткіштердің арифметикалық орташа мәнін B_0 деп есептейді. Жұмыс таспасының ұзындығын мына формуламен есептейді.

$$l = B_0 - \alpha(t - t_0) - (П - 3)_{opt}, \quad (2.28)$$

мұнда, t - жұмыс таспасының температурасы.

20 метрлік №12 жұмыс таспасын өлшеу және есептеу журналының үлгісі 2.3 – 2.6 кестелерінде көрсетілген.

Далада (алаңда) салыстыру базисының ұзындығы 120 метрден кем болмауы тиіс. Базисті тегіс жерге екі басын темірқазықпен қағып төбелерін белгілеп қояды. Салыстыру жұмысы жоғарыдағы жазылғандай жүргізіледі. Базистің екі басына дейін таспаны бірнеше рет жатқызып салынуына байланысты компарирлік түзетпе былай анықталады:

$$\Delta l_k = (D_n - D_p) / n, \quad (2.29)$$

мұнда D_n – дұрыс таспамен бірнеше рет өлшегендегі компаратордың ұзындығы, D_p – жұмыс таспасымен бірнеше рет өлшегендегі компаратордың ұзындығы; $n = D_p / l_0$ (l_0 - әдеттегі жұмыс таспасының ұзындығы)

Рулетка таспаларын компарирлеудің ең оңай түрі дұрыс нормальды және жұмыс таспалардың өлшем көрсеткіштерін бір-бірімен салыстыру. Ол үшін, таспаларды жазықтыққа жатқызады да, бастапқы штрихтерін (сызықтарын) келістіріп, бірдей күшпен тартады. Содан кейін, миллиметрлік сызғышпен ақырғы штрихтердің арақашықтығы өлшенеді де, ақырғы штрихтердің бір-бірінен айырмашылығын компарирлік түзетпе ретінде алады.

Кесте 2.3- Компаратор базисын дұрыс таспалармен өлшеу кестесінің үлгісі

Күні, айы, жылы:

Бақылаушылар: А

В

Өлшеудің басталуы: 11 сағ. 20 мин.

Жазушы: С

Өлшеудің аяқталуы: 12 сағ. 15 мин.

Өлшеу №	Ауа температурасы, °C	Шкала көрсеткіштері		(П-3), мм	Ескерту
		П	З		
1	+18	Таспа №31			Таспаны 10 кг күшпен тарту
		15	10	+5	
		31	25	+6	
		32	28	+4	
		21	18	+3	
		40	35	+5	
		41	35	+6	
				+4,8	

2.3 Кестенің жалғасы

2	+16	Таспа №24		
		14	7	+7
		15	7	+8
		20	15	+5
		25	19	+6
		21	15	+6
		40	34	+6
		+6,3		
3	+15	Таспа № 24		
		60	55	+5
		62	56	+6
		10	5	+5
		20	14	+6
		17	10	+7
		41	33	+8
		+6,2		
4	+15	Таспа№ 31		
		40	35	+5
		42	37	+5
		15	10	+5
		20	14	+6
		27	24	+3
		30	25	+5
		+4,8		

Ескерту: А,В,С- студентердің аты- жөні.

Кесте 2.4- Компаратор базисын 20 метрлік №12-ші жұмыс таспасымен өлшеу кестесінің үлгісі

Күні, айы, жылы:

Бақылаушылар: А

В

Жазушы: С

Өлшеудің басталуы: 11 сағ. 20 мин.

Өлшеудің аяқталуы: 12 сағ. 15 мин.

Ауа температурасы, °С	Шкала көрсеткіштері		(П-З), мм	Ескерту
	П	З		
+16	34	22	+12	Таспаны 10 кг күшпен тарту
	43	32	+11	
	51	38	+13	
	60	48	+12	
	29	15	+14	
	30	19	+11	
			+12,2	

Кесте 2.5- Компаратор базисның ұзындығын есептеу үлгісі

Дұрыс ленталардың теңдігі:

$$l_{31}=20\text{ м} + 2,5\text{ мм} + 0,25(t - t_0);$$

$$l_{24}=20\text{ м} + 4,0\text{ мм} + 0,25(t - t_0);$$

Таспа №	$t, ^\circ\text{C}$	$l_0 + \Delta l_{\kappa}$	$\alpha_0(t - t_0), \text{ мм}$	$(\Pi-3)_{\text{орт}}, \text{ мм}$	B
31	+18	20 м + 2,5 мм	-0,5	-4,8	20 м - 2,8 мм
24	+16	20 4,0	-1,0	-6,3	20 - 3,3
24	+15	20 4,0	-1,2	-6,2	20 - 3,4
31	+15	20 м + 2,5 мм	-1,2	-4,8	20 - 3,5
					$B_0 = 2\text{ м} - 3,2\text{ мм}$

Кесте 2.6- №12-ші жұмыс таспасының ұзындығын есептеу үлгісі

Таспа №	$t, ^\circ\text{C}$	B_0	$\alpha_0(t - t_0), \text{ мм}$	$(\Pi-3)_{\text{орт}}, \text{ мм}$	$t_0 = +20^\circ\text{C}$ - температурадағы таспаның ұзындығы
12	+16	20м – 3,2 мм	+0,5	+12,2	20 м + 9,5 мм

Таспаның теңдігі: $l=20\text{ м} + 9,5\text{ мм} + 0,25(t - 20^\circ)$ (10 кг күшпен тартқанда)

2.3 Бұрыштық өлшеулер

- 2.3.1 Горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеу принциптері;
- 2.3.2 Теодолиттің бөліктері, оның кәзіргі кезде жиі қолданылатын түрлері және олардың қосымша жабдықтары;
- 2.3.3 Теодолиттерді тексеру және оларды түзету;
- 2.3.4 Горизонталь бұрыштарды өлшеу;
- 2.3.5 Вертикаль бұрыштарды өлшеу;
- 2.3.6 Сынақтық сұрақтар;
- 2.3.7 Зертханалық (студиялық) жұмыс.

2.3.1 Горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеу принциптері

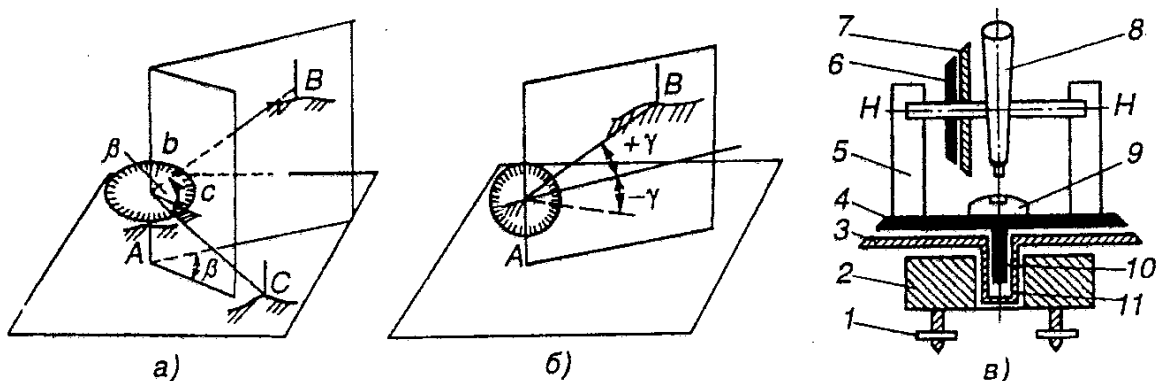
Жергілікті жерде горизонталь және вертикаль бұрыштарды өлшеу, — *теодолит* деп аталатын арнаулы аспаппен жүргізіледі.

Кеңістіктегі бұрыштың горизонталь жазықтықтағы ортогональдық проекциясын- *горизонтальдық бұрыш* дейді.

Горизонтальдық түзу мен еңістік түзудің қиылысу арасындағы бұрышты — *вертикальдық бұрыш* дейді

Горизонтальдық бұрышты өлшеу (сурет 2.12а) принципов қарастырайық. Өлшенілетін BAC бұрышының A нүкте төбесіне теодолит қойылады. Теодолиттің негізгі бөлшегі- бұрыштарға бөлінген горизонталь дөңгелек (лимб) деңгейлік бетке параллель етіліп, ортасын A нүктесі төбесіне қойылады. Бұрыштары өлшенілетін AB және AC бағыттарының горизонталь жазықтықтағы проекциялары, аспаптың дөңгелек жазықтығының шкаладағы өлшем көрсеткіштері b және c -ны қиып өтеді. Осы дөңгелек шкаланың көрсеткіштерінің айырымы іздеген бұрышты береді:

$$\beta = \angle BAC = c - b \quad (2.3.1)$$



1-көтергіш бұранда, 2,5-аспап тұғырығы және бағанасы, 3,7-лимбтер, 4,6-алидадалар, 8-көру дүрбісі, 9-деңгейлеуіш, 10,11-остер

Сурет 2.12- горизонталь (а),вертикаль (б) бұрыштар және теодолиттің негізгі бөлшектерінің сұлбасы (в):

Вертикаль бұрыштар градустық шкалаларға бөлінген вертикаль дөңгелек арқылы өлшенеді. Өлшеу жұмыстары жоғарыда жазылғандай *A* нүкте төбесіне теодолит қойылады да, дүрбі өлшенетін нүктеге бағытталады.

Мұның горизонталь бұрыштарды өлшеуден ерекшелігі, бір бағыт ретінде бекітілген горизонтальдық түзу (көкжиек) алынады (сурет 2.12 б). Суретте көрсетілгендей, егерде бақыланатын нүкте горизонтальдық түзуден (көкжиектен) жоғары жатса, көлбеу бұрыш оң таңбалы ($+v$), төмен жатса теріс таңбалы ($-v$) болады.

2.3.2 Теодолиттің бөліктері мен кәзіргі кезде жиі қолданылатын түрлері

Жоғарыда жазылған өлшеу принциптеріне байланысты теодолит аспабының бөліктері соған негізделіп жасалынған (сурет 2.12,в). Аспап үш көтергіш бұрандаларға *1* қойылған тұғырықтан *2* тұрады. Тұғырықтың тесігіне лимбтің *3* айналатын осі, лимб тесігіне алидаданың *4* айналу осі орналастырылған. *Лимб* – бұрыштарға бөлінген дөңгелек, одан теодолиттің жұмыс өлшем көрсеткіші алынады. *Алидада*– лимбпен бір осте орналасқан өлшем көрсеткіштерінің элементері бар аспаптың бөлшегі. *Көру дүрбісі* *8* айналу осіне *HH* аспап бағанасы *5* арқылы ұстатылады. Алидаданы қорғайтын корпус сыртына цилиндрлік деңгейлеуіш *9* бекітілген.

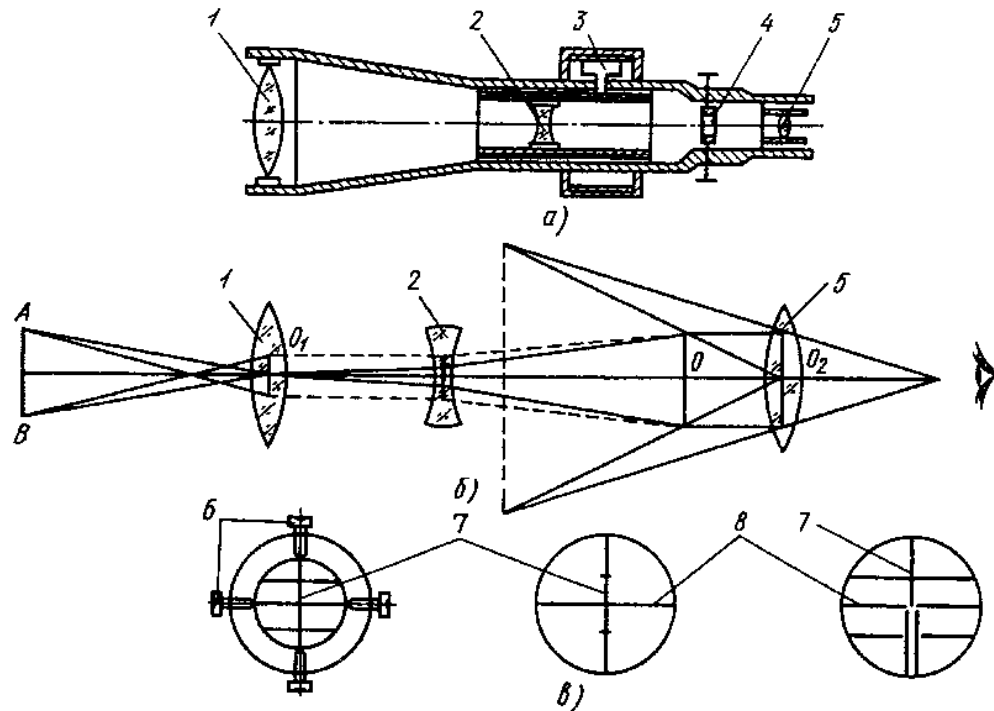
Теодолиттің және басқадай да геодезиялық, маркшейдерлік аспаптардың негізгі бөліктері болатын құрылғыларды қарастырайық.

Көру дүрбісі –өлшеуге керекті нүктені көздеуге арналған. Теодолиттерде және нивелирлерде т.б. аспаптарда, ішінен тоғысатын (фокусталатын), заттың үлкейтілген кері бейнесін көрсететін,- астрономиялық дүрбілер қатарына жататын немесе түзу бейнесін көрсететін,- жерлік дүрбілер қатарына жататын көру дүрбілері қолданылады. Бейнені түзу көрсететін аспаптардың маркаларына П-әрпі қосылады (мысалы, теодолит 3Т5КП).

Көру дүрбісі металдық корпусқа орнатылған оптикалық жүйе болып саналады (сурет 2.13,а). Корпустың бір шетіне объектив *1*, келесісіне окуляр *5* қойылған, олардың арасына екі жағыда ойынқы линза *2* орналасқан. Корпустың окулярлық бөлшегінде шыны пластинкаға салынған жіптер торы *4* бар.

Дүрбілі аспаптарды қолдана отырып, өлшеу жұмыстарын жүргізетін маманды,- *бақылаушы* дейді. Алыстағы заттарды, нүктелерді нысаналау (көздеу) үшін дүрбілерге арнайы жіптер торы (сурет 2.13,в) орнатылған. Горизонталь және вертикаль штрихтардың қиылысу нүктесі, –*қыл жіптер торының түйіскен жері* деп аталады, және де дүрбі сол нүкте арқылы көзделінеді. Ал, қосымша екі горизонталь сызықтарын қашықтық өлшеуіш қыл жіптері деп атайды. Олар техеометриялық түсірістер кезінде қашықтықты өлшеуге қажет. Бақылаушы көру дүрбісімен жұмыс істегенде, тор жіптерінің түйіскен жерін, бақылайтын затпен бірлестіреді. Объективтің оптикалық ортасымен, тор жіптерінің түйіскен жерін жалғайтын түзуді *дүрбінің көздеу осі* дейді. Көздеу дүрбісін, бақыланатын нүктеге бағыттауды

көздеу дейді. Тор жіптерінің кез келген нүктемен бірлестірілгенде дүрбінің көздеу осі осы нүкте арқылы өтеді. Тоғыстырғыш (фокустеуші) сақинаны немесе крамельерді 3 бұрау арқылы фокустаушы линзаны 2 керекті жағына жылжытып, алыстағы заттың анық көрінуін қамтамасыз етеді, мұндай әрекетті *дүрбіні фокустеу* дейді. Окулярдың сақинасымен жіптер торынан окулярды 5 жылжыту арқылы, жіптер торының 4 анық көрінуін қамтамасыз етеді.



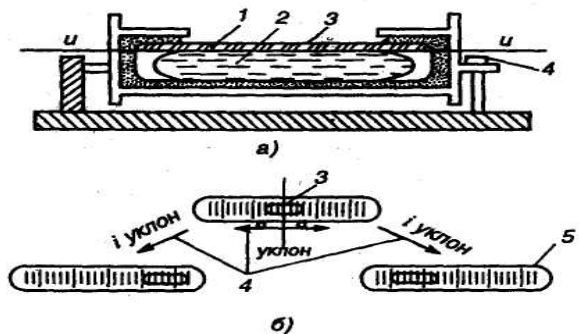
1-объектив, 2-линза, 3-кремальера, 4-шыны пластина, 5-окуляр, 6-реттеуіш бұранда, 7,8-вертикалды және горизонталды жіптер

Сурет 2.13-Көру дүрбісі (қима *а*), оптикалық сұлба (*б*), түрлі аспаптардағы жіптер торы және оның көрінісі (*в*):

Геодезиялық аспаптар деңгейлеуіштермен жабдықталады. Деңгейлеуіштер цилиндрлік және дөңгелек болады.

Цилиндрлік деңгейлеуіш (сурет 2.14) сұйықпен (спирт,эфир) 2 толтырылған, ішінде аздаған ауа үлбіреулігі (көпіршігі) 3 бар шыны түтік 1. Түтіктің ішкі (үстінгі) бетінің белгіленген радиустегі доғасы тегістелген, ал сыртқы беті екі миллиметрлік шкалалармен (бөлімдермен) белгіленген.

Шкаланың орталық нүктесін *деңгейлеуіштің нөл орыны* дейді. Деңгейлеуіштің нөл орны арқылы өтетін жанама түзу *ии* *цилиндрлік деңгейлеуіштің осі* деп аталады. Деңгейлеуішті қолдану оның үлбіреулігінің



1- шыны түтік, 2-сұйық, 3-үлбіреулік, 4-түзету бұрандасы, 5-түтіктің еңістігі(уклон деп көрсетілген)

Сурет 2.14-Цилиндрлік деңгейлеуіш

жоғарғы орында болуына негізделген. Егерде деңгейлеуішті алғашқы орнынан бір белгісіне ауыстырса, онда деңгейлеуіш осі τ , мүшесіне ауысады. Мұны *деңгейлеуіштің бөлінім бағасы* дейді. Геодезиялық аспаптарда цилиндрлік деңгейлеуіштің бөлінім бағасы $2'' \dots 60''$ дейін болады.

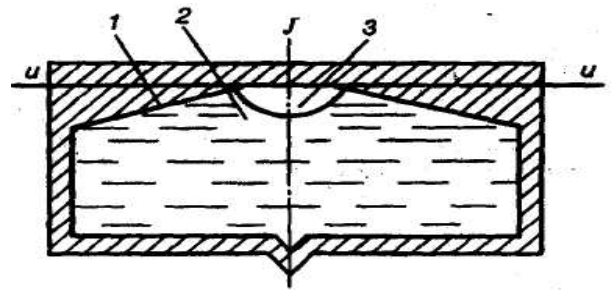
Дөңгелек деңгейлеуіштің (сурет 2.15) цилиндрлік деңгейлеуіштің айырмашылығы, оның жоғарғы сфералық бетінің тегістелуі. Деңгейлеуіштің сыртқы бетіндегі бөлім бағасы шоғырланған шеңбер, ось деңгейі нөл орны арқылы өтетін сфераның радиусы болып табылады, ал бөлім бағасы бір минуттен бірнеше ондық минутке дейін.

Деңгейлеуіштердің басты қызыметі аспаптарды жұмыс қалпына келтіру, яғни айналу осінің тіктігін немесе аспаптың басқадай тетіктердің жазықтығын және тіктігін тексеру.

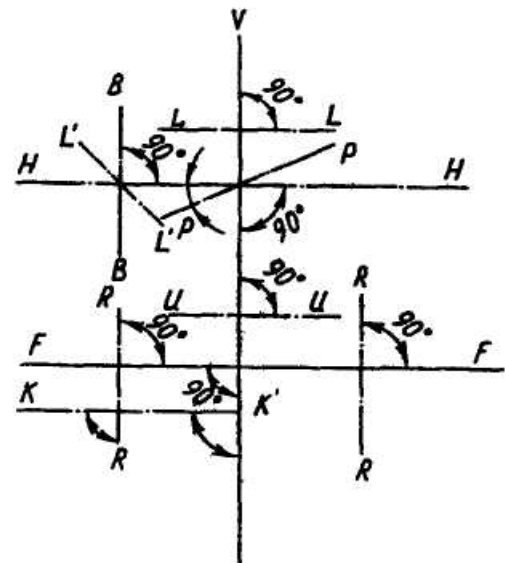
Теодолиттің негізгі бөлшектеріне *кезеуші және бекітуші* құрылғылар жатады. Кезеуші құрылғы көру дүрбісін көздеуіш нысанға келтіру үшін, ал бекітуші құрылғы аспаптың жылжымалы бөліктерін керекті бағытта бекіту үшін қолданады.

Теодолит арқылы дұрыс өлшем шамаларын алу үшін, оның геометриялық остері бір-біріне дұрыс бағдарлануы тиіс. Бұл геометриялық шарттар (сурет 2.16) былай жазылады: $VV \perp FF$; $HH \perp VV$; $PP \perp HH$; $HH \perp BB$; $UU \perp LL$; $LL' \perp VV$; $LL \perp HH$, мұнда VV -аспаптың вертикаль осі, FF -горизонталь дөңгелектің жазықтығы, HH -дүрбінің горизонтальдық осі, PP -дүрбінің көздеуіш осі, BB -вертикаль дөңгелектің жазықтығы, LL -жапсырылған деңгейлеуіш осі, UU -горизонталь дөңгелектің осі, LL' -вертикаль дөңгелектің осі, RR -көтергіш бұрандалар осі, KK' -оптикалық тіктеуіштің көздеу осі.

Далалық өлшеу жұмыстарында геометриялық остерді бір-біріне бағдарлауды –*тексеру* дейді. Кәзіргі кезде қолданылатын теодолиттердің қателіктері $0,5 \dots 30''$ дейін болады. Мысалы, теодолит 3Т30 –тің ең көп қателігі $30''$, 3Т5КП- $5''$ т.б.

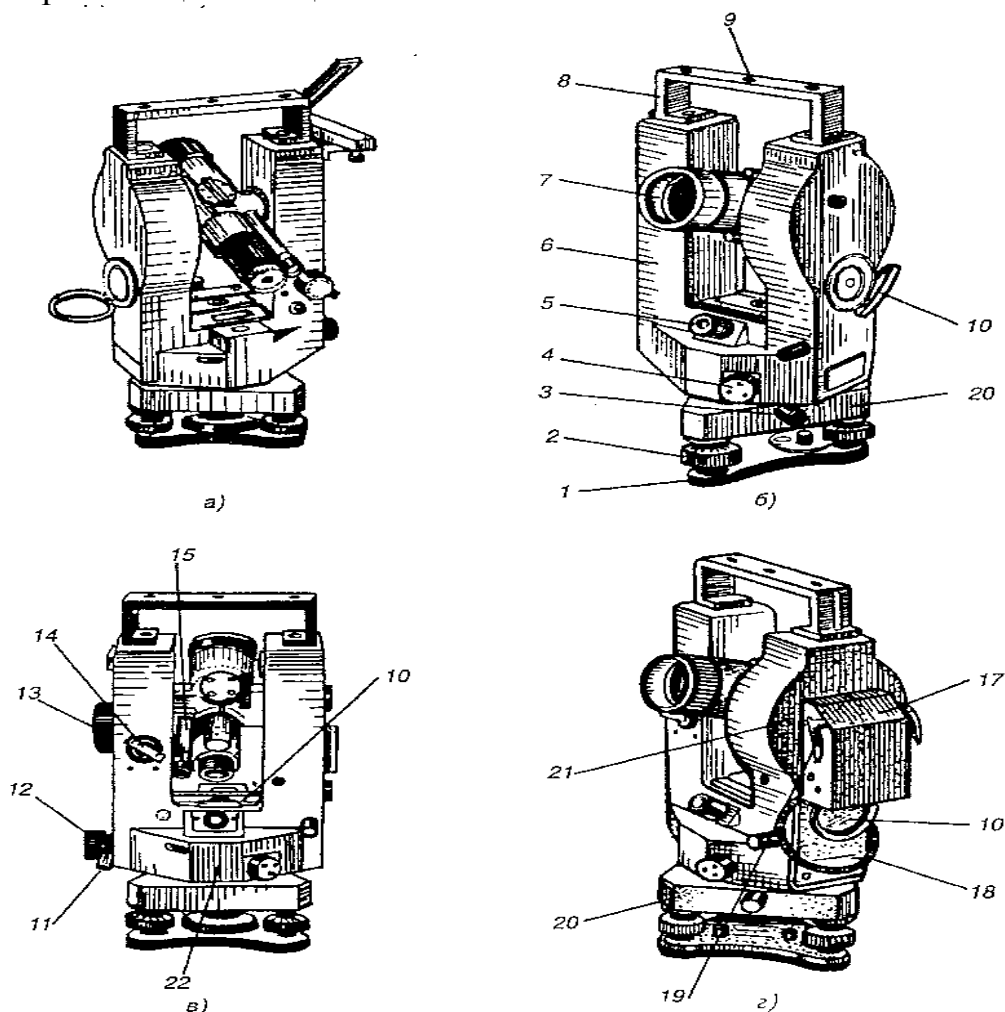


1-түтік, 2-сұйық, 3-үлбіреулік, u -горизонталь осі, J - вертикаль осі
Сурет 2.15-Дөңгелек деңгейлеуіш



Сурет 2.16-Теодолиттің геометриялық шарттары: PP осі сурет жазықтығына перпендикуляр, басқада остер өзара перпендикуляр

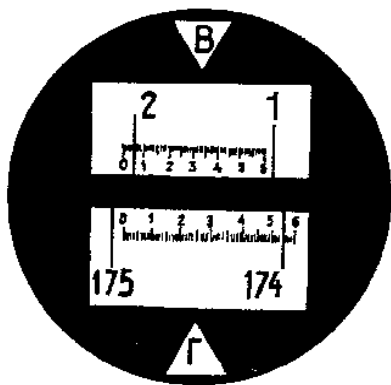
Құрылыс, ізденіс, монтаждық (жинақтық), маркшейдерлік жұмыстарда жиі қолданылатын, жоғарғы өнімдікпен жұмыс істейтін, қолдануға ыңғайлы, $+50^{\circ}\text{C} \dots -40^{\circ}\text{C}$ температура аралығында жұмыс жүргізе алатын және көпфункционалды өлшеу жүргізе алатын 3Т –сериялы теодолит аспабтарына тоқталайық.



1-серіппелі пластина, 2- көтергіш бұрандалар, 3,11,12,14- қысқыш (бекітуші) бұрандалар, 4-өлшемді қоятын бұранда, 5- центрлеуіш окуляры, 6-тірек, 7-дүрбінің объективы, 8-алып жүруге арналған тұтқа, 9-қаданы қондыратын тесік, 10-жарықтандырушы айна, 13- вертикаль дөңгелектің шкаласын келістіруші бұранда, 15- микроскоп, 16- деңгейлеуіш, 17- электр жарығын беретін жабдық, 18- электр кабелі, 19- ілмек, 20-тұғырық, 21,22- вертикаль және горизонталь дөңгелектері.

Сурет 2.17- Әртүрлі бейнедегі теодолит 3Т5КП жұмыс қалпында буссолмен (а-г)

Теодолит 3Т5КП (сурет 2.17) – қуыс цилиндрлі айналу остер жүйесінен тұрады. Қысылатын серіппелі пластина 1 тұғырықтағы (20) үш көтергіш бұрандаларымен 2 қысқыш (бекітуші) бұрандамен 3 штативке (үшаяққа) орнатылады. Горизонталь дөңгелектің өлшем шкалалары тірек 6 астында қаптамамен (22) жабылған. Тіректердің бірінде вертикаль дөңгелектен алынатын өлшем шкаласы (21) орналасқан. Теодолитті центрлеуді алидада бөлімінде орналасқан (22) цетрлеуіш 5 арқылы жүргізеді. Вертикаль және горизонталь дөңгелектердің өлшем көрсеткіштері оптикалық призмалардан өтіп микроскопке 15 шоғырланады.



Сурет 2.18- 3Т5 теодолитінің микроскопатағы өлшем көрсеткіші

3Т5КП теодолиты буссолмен, объективке қосымша линзалық саптамамен, көру дүрбісіне қосымша объективтік саптамамен және өлшеуіш микроскоппен, шахтада түнде жұмыс істеуге қолайлы өлшеуіштің шкалаларына электржарығын берушімен, көздеу қадаларымен, тұткамен, штативпен жабдықталады. Бұлар теодолиттің пайдалану өрісін кеңейтеді.

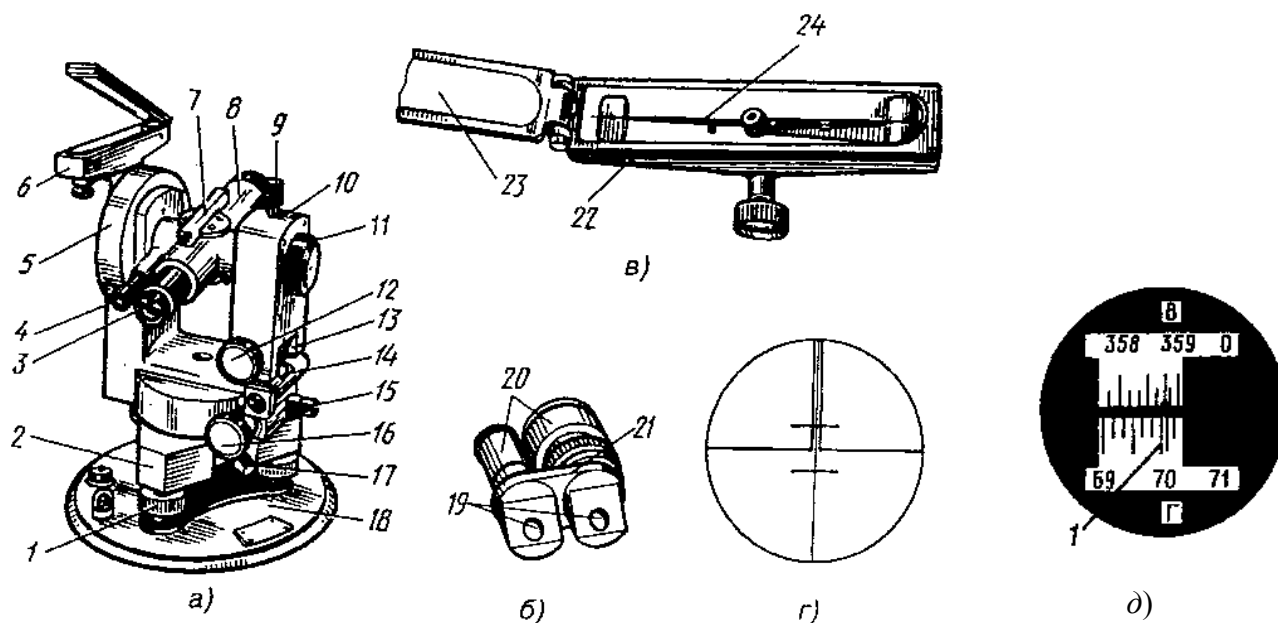
Лимбтің бөлім бағасы 1^0 . Микроскопта (сурет 2.18) шкаланың кіші бөлім бағасы-минут көрсетілген. Өлшемді лимб штрихының өлшем шкаласындағы көрсеткіші бойынша алады. Мысалы, (сурет 2.18) горизонталь дөңгелектің өлшем көрсеткіші $\Gamma - 174^0 55,2'$, вертикаль дөңгелек көрсеткіші $B - 2^0 04,5'$.

Көрсеткіштің ең кіші бөлігін (шкаладағы минуттер аралығын) «көзбен» анықтайды. Теодолиттің вертикаль дөңгелегі көру дүрбісіне, цилиндрлік деңгейлеуіш вертикаль дөңгелектің алидадасына мықтап бекітілген. Цилиндрлік деңгейлеуіштің вертикаль дөңгелектің алидадасына орналасуы, бастапқы штрихтерді нөлге қоюға ыңғайлы етеді. 3Т5К теодолитінде вертикаль дөңгелекте деңгейлеуіш болмайды, оның қызыметін компенсатор (теңестіргіш) орындайды.

Теодолит 3Т30 (сурет 2.19). Бұл теодолитің 3Т5КП теодолитінен айырмашылығы, өлшем құрылғыларында шкала болмайды, оның орнына өлшем штрихтері (сызықтары) қолданылады (сурет 2.19,д). Лимбтің бөлінім бағасы $10'$, оның арасындағы минуттерді «көзбен» анықтайды. Мысалы, 2.19,д- суретінде көрсетілгендей горизонталь дөңгелектің өлшем көрсеткіші- $70^0 05'$, вертикаль дөңгелектікі- $358^0 48'$. 3Т30 теодолиттің көру дүрбісімен 8 (сурет 2.19,а) окулярлық саптаманы (сурет 2.19,б) кигізу арқылы, аспаптың вертикаль қуысын пайдалана отырып, аспапты нүкте төбесіне центрлеуге болады және осы саптаманың көмегімен жоғарғы тік нысанаға да көздеуге болады. Көзделетін нысаның анық көрінуін, дүрбінің сыртына фокустаушы линзаны керекті жағына жылжытып тұратын бұранда-кремальерамен 11 камтамасыз етіледі.

Көру дүрбісін көзделетін нысанаға келтіру үшін, бекітуші бұранданы 15 босатып дүрбінің горизонталь жазықтықта айналуын, бекітуші бұранданы 9 босатып дүрбінің вертикаль жазықтықта жылжыуын дайындап алады. Осыдан кейін, дүрбіге бекітілген оптикалық көздеуіш 7 арқылы дүрбіні керекті нүктеге «көзбен» келтіреді. Дүрбіні кремальер бұрандасымен анық көрінуді келістіріп, нысаны (нүктені) қыл жіптер торының түйіскен жеріне келтіріп, бекітуші бұрандалармен (15,9) дүрбіні бекітеді. Егерде бұрандалармен бекіткенде қыл жіптер торының түйіскен жері нүктеден сәл ауысса, кезеуші бұрандамен 16 горизонталь жазықтықта жылжыту арқылы,

кезеуші бұрандамен 12 вертикаль жазықтықта жылжыту арқылы дүрбінің нүктеге дұрыс көзделуін қамтамасыз етеді.



1,9,11,12,13,15,16,17-бұрандалар, 2-тұғырық, 3, 4-окулярлар, 5- вертикаль дөңгелек, 6-буссоль-бағдар, 7-көздеуіш, 8-көру дүрбісі, 10-аспап бағанасы, 14- деңгейлеуіш, 18-аспап табаны, 19, 20-призмалар, 21-құрсау, 22-корпус, 23-айна, 24-магниттік нұсқар
Сурет 2.19- Теодолит 3Т30 (а), окулярлық саптама (б), буссоль-бағдар (в), жіп торы (г), микроскоптағы өлшем көрсеткіш (д)

Жіп торының анық көрінуін окулядың сақинасын 3 бұрау арқылы келістіріледі. Көру дүрбісін алидада және лимбпен бірге айналдыру үшін, 15-ші бұранда бекітіліп, бұранда 17 босатылады. Көру дүрбісінің окулярының қасына өлшемді көрсеткіш микроскоп 4 орналасқан. Аспаптың вертикаль остегі тіктігін цилиндрлік деңгейлеуішпен 14 қамтамасыз етеді. Деңгейлеуіштің түзету бұрандалары бар. Теодолитте 0^0 тан 360^0 дейін бөлінген, әрбір градустық бөлімі сызықтармен белгіленіп, көрсеткіштері цифрлармен жазылып белгіленген, шыны дөңгелек болады.

Окулярлық саптама (сурет 2.19,б) көру дүрбісінің окулярына және өлшем микроскопына кигізіледі. Ол, дүрбінің көздеу осінің бағытын 90^0 -қа ауыстыру үшін жасалған. Саптама құрсаумен 21 қапталған жикшеге 20 салынған призмадан 19 тұрады.

Буссоль-бағдар жергілікті жерде магнитік меридианды анықтау үшін қолданылады. Буссоль-бағдардың индекстері дүрбінің көздеу осіне параллель етіліп вертикаль дөңгелекке орнатылады. Ол, металдық қаптамада 22 орналасқан, бақылауды жеңілдету үшін, қаптаманың қақпағына айна 23 орналастырылған. Қаптама ішіне екі индекс түсірілген және нұсқар 24 орнатылған. Нұсқарды теңдестіру үшін, нұсқардың оңтүстік шетіне, нұсқар бойымен жылжыйтын сақина-жүк қарастырылған., керек уақытында нұсқар бекітуден босатылады, ал басқа уақыттарда оның бекітіліп тұруы қажет.

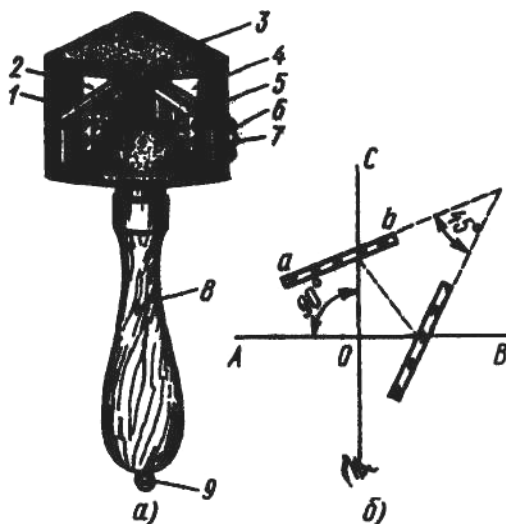
Қазыргы кезде геодезиялық жұмыс жағдайын автоматтандыруға байланысты кодты теодолиттер шығарылып жатыр. Кодтты теодолиттің лимбтарында штрихтердің орнына, мөлдір және мөлдір емес (тұнық) жолақтардың үйлесу негізінде және олар арқылы жарық өткізгенде екі «қоңыр-жарық» сигнал (белгі) алуға мүмкіндік беретін, кодты дисклер орналасады. Бұл жағдайда осындай екі сигналдың үйлесуі, әрбір байқалған бағыттың мағанасы болып шығады. Сонымен кодтың негізіне ЭЕМ-де сыяқты екілік (двоичная) жүйе есептеуіші салынған.

Кодты теодолитпен жұмыс істегенде, байқаушының міндетіне тек қана, дүрбіні нысанаға кезеу кіреді. Лимбте өлшемді есептеу және өңдеу автоматтық түрде жүреді, ол бұрыштық өлшеуді жылдамдатады және жеңілдетеді. Кодтты теодолиттерді $1...5''$ бұрышты өлшеу қателігімен сипатталатын әртүрлі дәлдікпен шығарады. Біріші кодтты теодолиттер ТТ11, 2Т2 теодолиттер негізінде шығарылған.

Теодолиттер, оның ішінде кодты теодолиттер ұқыпты ұстай білуді талап етеді. Сондықтан теодолитпен жұмыс бастау алдында, оның нұсқауларын оқып біліп, сол нұсқауларды жұмыс уақытында бұлжытпай орындау қажет.

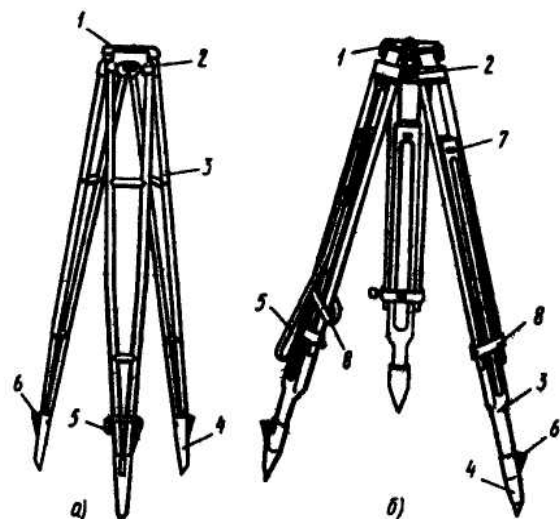
Бұрышты өлшеу жабдықтарына штативтер, көздеуіш нысаналар және эккерлер жатады.

Штативтер жергілікті жер бетіне теодолитты қою үшін қолднылады. Штативтің құрылымы, аяқтары жылжымалы және жылжымасыз түрлері сурет 2.21-де көрсетілген. Теодолит штативтің басына қойылып қондырғыш бұрандамен бекітіледі.



1,5-айналар, 2,4-терезелер,
3-корпус, 6,7-бұрандалар, 8-сап,
9-шығыршық

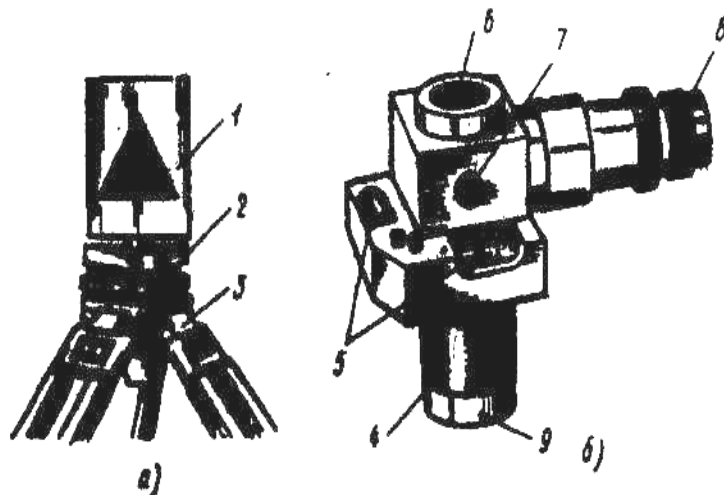
Сурет 2.20-Екіайналы эккер ЭГ
(а) және О-нүктесі бойына тік
бұрышты салу (б)



1-штативтің басы(алаңша),
2-қондырғыш бұранда, 3-штатив
аяқтары, 4-ұштық, 5-белбеу,
6-тіреуіш, 7-шек қоюшы,
8-қысқыш блок

**Сурет 2.21- Штативтер ШН(а),
ШР (б)**

Жоғарғы дәлдікпен бұрыштарды өлшеу үшін *көздеуіш нысаналар жинағы (комплектісі) КВЦ* қолданылады. Оның жинағы 2.2,а-суретінде көрсетілген.



1-марка, 2- тұғырық, 3- штатив, 4- вертикальды ось,
5-деңгейлеуіш, 6,9-объективтер,7-бағдарды ауыстырып
қосқыш, 8- окуляр
Сурет 2.22- Көздеуіш нысана жинағы (комплектісі) (а)
және оптикалық тіктеуіш (б)

КВЦ-ның стандартты жинақтарына түнде несесе шахтада жұмыс істеу үшін, жарық беретін электр құрылғылары кіреді. Көздеуіш марканы нүкте төбесіне центрлеу (дәл қою) үшін, екіжақтық тіктеуіш ОДО қолданылады (сурет 2.22,б). Марканы центрлеу былай орындалады; мүмкіндігінше штативтың басының беті параллель етіліп, көзделетін нүктенің үстіне штатив ортасымен қойылады да, оның басына ОДО қойылады. Оның окулярына 8 қарап, штативтің басында ОДО-ның тұғырығын жіп торының түйіскен жері, көзделетін нүктенің ортасына тоғысқанша жылжыта отырып бекітеді. Штативтің аяқтарын шығару-жинау арқылы, өзара перпендикуляр екі деңгейлеуішті 5 нөл-орнына келтіреді. Егерде орнынан жылжыңқырап кетсе ептеп ОДО-ны босатып, оны қайтадан нүктенің ортасына келтіреді, бірақта оның осінің тіктігі ептеп бұзылуы мүмкін, оны тұғырықтың көтергіш бұрандаларымен түзейді. Әбден ОДО-ны центрлегеннен кейін, оны тұғырықтан алып, орнына көздеуіш марканы орнатады.

Жергілікті жерде бұрыштарды кішігірім дәлдікпен салу үшін екі айналы *эккерлер* қолданылады. Эккердің бөлшектері 2.20-шы суретте көрсетілген.

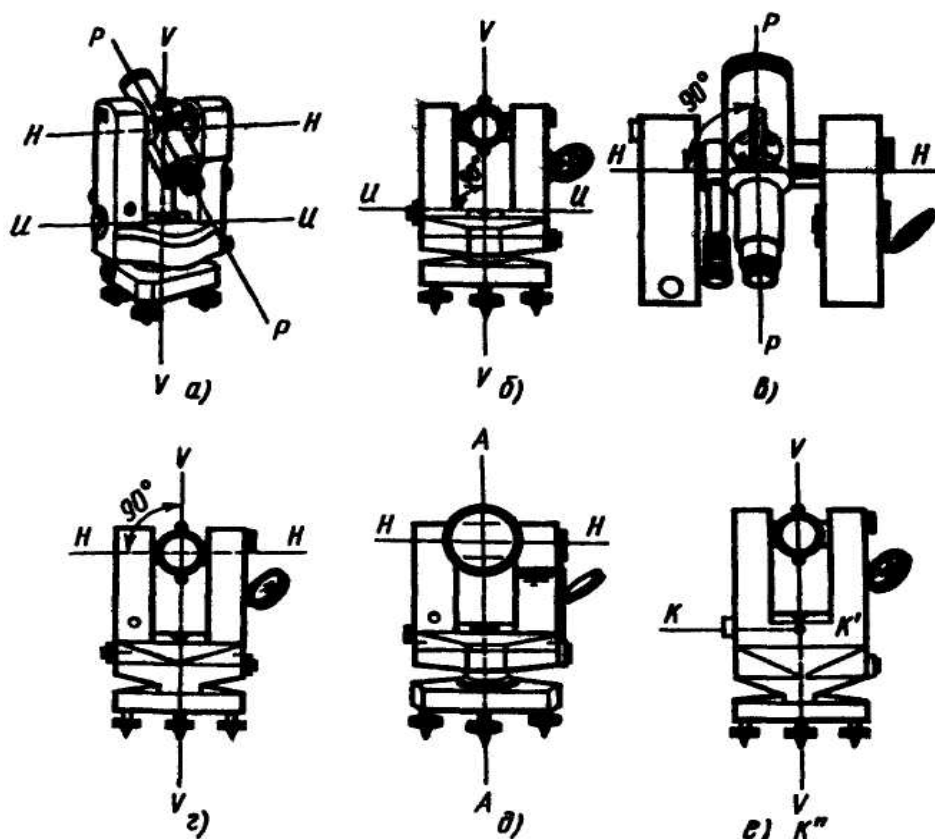
АВ тұстамасындағы 0 нүктесіне тік бұрышты салу үшін (сурет 2.20б), *ав* айнасында А нүктесіне қойылған бастауыш көздеуіш нысана көрінуі тиіс. Осымен қатар айнаның үстіндегі терезедегі тұстамасымен «көзбен» екінші нүкте нысанасын, бастауыш көздеуіш нысанасымен үйлескенше тұстама

бойымен жылжыта отырып, экерді сабындағы шығыршыққа байланған тіктеуішпен келтіріп, АВ тұстамасына перпендикуляр түсірілетін О-нүктесі белгіленеді.

Кәзіргі уақытта экердің орнына лазерлік тіктеуішті қолдануға болады.

2.3.3 Теодолиттерді тексеру және оларды түзету

Теодолитпен жұмыс жасар алдында, оның штативте орнықты бекітілгендігін, көтергіш және басқадай бұрандаларының жеңіл және байсалды айналуын, бекіткіш бұрандаларының теодолиттің айналатын бөлшектерін белгілеп дұрыс бекітіуін тексереді. Содан кейін, теодолит остерінің бір- бірімен дұрыс жағдайда екендігі төмендегідей шарттармен тексеріледі.



Сурет 2.23- Теодолиттің геометриялық остерінің сұлбасы

1-ші шарт. Горизонталь дөңгелекте орналасқан цилиндрлік деңгейлегіштің осі —*uu* теодолиттің айналу осіне —*VV* перпендикуляр болуға тиіс (сурет 2.23,б) Тексеру үшін теодолитті қондырғыш бұрандамен штативке бекітіп, цилиндрлік деңгейлегіштің осін (*uu*) екі көтергіш (1) бұрандаларына (сурет 2.19) параллель бағытта орнатып, осы екі бұранданы қарама бағытта бұраумен деңгейлегіштің үлбіреуігін нөл орнына (ортасына) келтіріледі. Содан кейін алидаданы 90^0 -қа бұрып, үшінші көтергіш бұрандамен үлбіреуікті тағы ортасына келтіреді. Бұл әрекет бірнеше рет қайталанғаннан кейін алидаданы өз осімен айналдырғанда, деңгей үлбіреуігі

нөл орнында қалса, аспаптың жұмыс бабына келгені. Егерде үлбіреуік нөл орнында қалмай, деңгейлеуіштің көрсеткіші бір белгіден артық ауытқуды көрсетіп тұрса, онда деңгейлеуіштің дұрыс тұрмағандығы. Оны түзету үшін, деңгейлеуіштің түзету бұрандалары (4) (сурет 2.14) арқылы үлбіреуікті ауытқудың жартысына дейін келтіріліп, қалғанын реттеп көтергіш бұрандалармен (1) (сурет 2.19) келтіріледі. Бұдан кейін, теодолитты қайтадан тексереді. Бірнеше рет тексергеннен кейін алидаданы өз осімен айналдырғанда, деңгей үлбіреуігі нөл орнында қалса, аспаптың жұмыс бабына келгені. Бұл тексеру мұқият орындалмай, келесі тексерулер басталмайды. Бұл жұмысты теодолитті *жазық бағытқа* немесе теодолиттің *айналу осін тік бағытқа* келтіру дейді.

2-ші шарт. Дүрбінің визирлік осі $-PP$ ың айналу осіне $-HH$ перпендикуляр болуға тиіс (сурет 2.23в). Бұл шарттың орындалуы, коллимациялық қателікке (C) әкеліп соғады.

Коллимациялық қатені табу үшін теодолиттің айналу осін тік бағытқа келтіреміз де (1-ші шарт), дүрбіні алыс тұрған бір нүктеге көздейміз. Мысалы, ол нүктеге дүрбіні вертикаль дөңгелек оң жақта тұрған жағдайда (ДО) көздейміз де, микроскоптан горизонталь дөңгелектің бұрыш көрсеткішін (a_1) аламыз. Сонан кейін, дүрбіні зенит арқылы (HH-осі арқылы) айналдырып (яғни вертикаль дөңгелек дүрбінің сол жағында болады -ДС) қайтадан сол нүктеге көзделінеді де, (a_2) көрсеткіші алынады. Егерде a_1 және a_2 өзара тең немесе теодолиттің өлшем құрылғысының қос есеп алу дәлдігінен ($2 t$) аспаса, онда теодолит түзу, егерде олай болмаса түзу емес, яғни коллимациялық қателік бар.

Осы екі көрсеткіштің коллимациялық қателіктерін түзеу үшін, олардың ортақ мәні анықталынады: $a = (a_1 + a_2)/2$. Алидаданың кезеуші бұрандасымен (16) (сурет 2.19) ортақ мән a -ға қойылады, сонда жіптер торының қиылысқан жері көздеген нүктеден ығысады. Сол ығысуды түзету үшін, дүрбінің окуляр бұрандаларын жауып тұрған қапқакты ашып, жіптер торының реттеуіш (түзеткіш) бұрандаларымен (6) (сурет 2.13) жіптер торының қиылысқан жерін бұрынғы орнына келтіру арқылы түзейді. Түзетіліп болғаннан кейін, теодолит қайтадан тексеріледі.

Бұл шартты орындамай-ақ өлшеу жұмысын жүргізе беруге болады. Мұндай уақытта өлшеу жұмысы дүрбінің вертикаль дөңгелегінің екі жағдайдағы (ДО, ДС) өлшем көрсеткіштері алынып, өлшем көрсеткіші ретінде осы екі жағдайдағы көрсеткіштің орташа мәні алынады.

3-ші шарт. Дүрбінің айналу осі HH теодолиттің негізгі осіне IV (сурет 2.23,г) перпендикуляр болуға тиіс. Ұй қабырғасынан 10...15 метрлік қашықтыққа теодолит орнатылып, жазық бағытқа келтіріледі. Қабырғада биік бір нүкте (М) белгіленіп, соған вертикаль дөңгелек оң жақта (ДО) көзделінеді де, дүрбіні горизонталь жағдайға дейін төмен байсалды жылжытып, оның проекциясы m_1 –нүктесі белгіленеді. Дүрбіні зенит арқылы айналдырып дөңгелек сол жақтағы (ДС) жағдайда тағыда (М) нүктесіне бағыттап, дүрбіні горизонталь жағдайға дейін төмен байсалды жылжытып, оның проекциясы m_2 –нүктесі белгіленеді. Егер екі проекция бір-біріне дәл

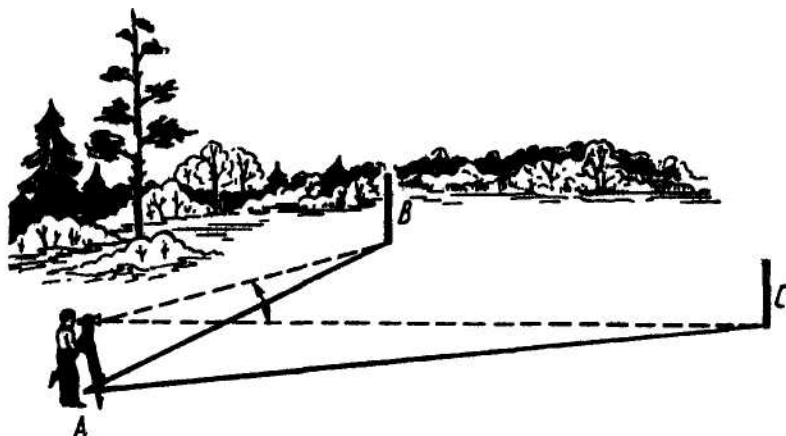
келсе, онда перпендикулярлық шарттың орындалғандығы. Ал проекциялар дәл келмесе, онда бұл қате тек арнаулы шеберханаларда ғана түзетіледі. Кәзіргі кезде бұл шарттың орындалуына теодолитті шығаратын зауоттар кепілдік береді.

4-ші шарт. Жіп торының вертикальдық штрихы AA дүрбінің айналу осіне NN перпендикуляр болуға тиіс. Теодолит жазық бағытқа келтіріліп, дүрбі бір нүктеге көзделінеді. Содан кейін дүрбінің кезеуші бұрандасымен, оны тік бағытта ерсілі- қарсылы жылжыту керек. Егер белгіленген нүкте әрдайым тік орналасқан қыл жіптің бойында қалса, онда шарттың орындалғандығы. Керісінше болғанда, окуляр бұрандаларын жауып тұрған қақпақты ашып, қыл жіптің түзету бұрандаларын азырақ босатып, тік жіп вертикаль бағытқа келгенше түзетіледі. Түзетіліп болғаннан кейін жіптер торы қайтадан тексеріледі.

Осы шарт орындалғаннан кейін 2-ші шартты қайтадан тексереді.

2.3.4 Горизонталь бұрыштарды өлшеу

Бұрыштар тек мұқият тексерілген теодолиттермен өлшенеді. Горизонталь BAC бұрышын өлшеу үшін теодолит A пунктіне орнатылады (сурет 2.24). Теодолитті пунктке орнату центрлеу және жазықтыққа келтіру деген екі жұмыстан тұрады. Центрлеу деп теодолитті жіп не оптикалық тіктеуіш арқылы A нүктесінің дәл үстіне орнату, яғни IV - осін өлшенетін бұрыштың төбесі арқылы өткізуді айтады. Ал, теодолит көтергіш бұрандалар және деңгейлеуші арқылы жазық жағдайға келтіріледі, көздеуге ыңғайлы болу үшін B және C нүктелеріне кадамар орнатылады B нүктесі артқы, ол C нүктесі алдыңғы болып есептеледі.



Сурет 2.24-Горизонталь (жазықтық) бұрышты өлшеу

Лимб бекітіліп, алидаданың және дүрбінің кезеуші бұрандалары арқылы жіптер торының қиылысқан жерін B нүктесіне дәл нысаналайды да микроскоппен α_1 - өлшемі алынады. Одан кейін алидаданы босатып, дүрбіні алдыңғы C нүктесіне нысаналайды. Дүрбі нысанға дәл келгеннен кейін α_2 - өлшемі алынады.

Сонда өлшенген бұрыш, екі өлшемнің айырмасына тең болады, яғни

$\beta = \alpha_1 - \alpha_2$. Бұл бұрышты теодолиттік жүрістің оң жағындағы өлшенген бұрыш дейді.

Егер екінші өлшем $-\alpha_2$ бірінші өлшемнен α_1 алсақ, яғни

$$\beta = \alpha_2 - \alpha_1, \quad (2.3.2)$$

онда бұрыш теодолиттік жүрістің сол жағындағы бұрыш болып есептеледі.

Аспаптың қателерін азайту үшін өткен параграфта теодолиттің 2-ші тексеруінде айтып кеткендей бұрыш екі рет өлшенуі керек: біріншіден вертикаль дөңгелек оң жақта (ДО), екіншіден- сол жақта (ДС).

Екінші рет өлшеу алдында вертикаль дөңгелек зенит арқылы екінші жағдайға (ДС) келтіріледі, лимб 90^0 шамасында ығыстырылады да, қайтадан А және С нүктелерінен өлшем көрсеткіштері алынып өлшенген бұрыштың мәні есептеледі.

Осылайша бұрышты екі рет өлшеу- толық есеп алу тәсілі деп аталады. Ал, (ДО немесе ДС) бір рет өлшенсе жартылай есеп алу делінеді.

Екі жартылай есеп алудан шыққан нәтижелерінің айырмашылығы теодолиттің қос өлшем алу дәлдігінен $/ 2t /$ аспауы қажет яғни

$$\beta_{до} - \beta_{дс} \leq 2t \quad (2.3.3)$$

Егер айырмашылық $2t$ - ден аспаса, өлшенген бұрыш екі нәтиженің арифметикалық орта шамасына тең болады, яғни

$$\beta = (\beta_{до} + \beta_{дс}) / 2 \quad (2.3.4)$$

Кері жағдайда бұрыш қайта өлшеніледі. Бұрыш өлшеуде алынған есептеулердің жазылуы жолы 2.7-кестесінде көрсетілген

Кесте 2.7- Горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы

Мезгілі		15.08.05 ж.		Өлшеуші		Шәкіров Р.	
Теодолит		2ТЗО № 25041		Еспетеуші		Жанаев Е.	
Нүктелер		Вертикаль дөңгелектің орны ДО, ДС	Горизонталь дөңгелектен алынған өлшемдер, град.	Өлшенген бұрыштар саны, град.	Орташа бұрыш саны, град.	Өлшенген ара қашықтықтар, м	
Түсіру (станц.)	Бақылау						
А	В	ДО	182°28,6'	61°29,7'	61°29,8'	30,05	
	С		243° 58,3'			17,15	
	В	ДС	0° 12,4'	61°29,8'		30,05	
	С		61°42,2'			17,15	

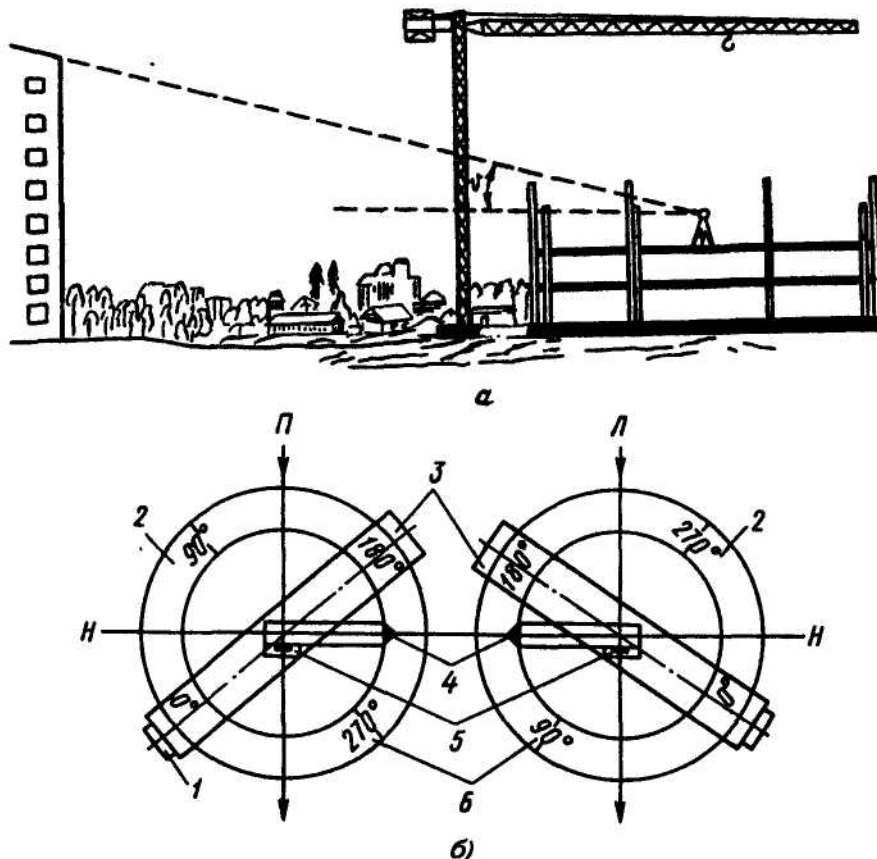
Егер артқы нүктеден алынған бұрыш өлшемі алдыңғы нүктеден алынғаннан бұрыш өлшемінен кем болса, онда оған 360^0 қосылады.

Әр өлшеудегі бұрыштар және олардың орташа мәні есептелмейінше теодолитті тұрған станциядан қозғалытпау қажет.

Демек, горизонталь бұрышттың қатесінің дәл мәнін алу үшін оны екі рет өлшеп, арифметикалық ортасын алу керек.

2.3.4 Вертикаль бұрыштарды өлшеу

Вертикаль жазықтықта теодолитпен еңістік бұрыш немесе зениттік қашықтық өлшеніледі. Еңістік бұрыштар оң және теріс таңбалы болады. Оң таңбалы бұрыш көзделген нәрсенің бағыты дүрбінің горизонталь бағыттағы осінен және дүрбінің көздеуіш осінің горизонталь жағдайдағы бағдарынан жоғары жатқанда пайда болады. Теріс таңбалы бұрыш көзделген нәрсенің бағыты дүрбінің көздеуіш осінің горизонталь жағдайдағы бағдарынан төмен жатқанда пайда болады.



1-окуляр, 2-вертикаль дөңгелек, 3-объектив, 4-өлшем индексі, 5-деңгейлеуіш, 6-цифрлау, НН- горизонталь осі.

Сурет 2.25-Вертикаль бұрышты өлшеу (а) және вертикаль дөңгелектің бұрыш өлшеудегі сол жақтағы (Л) жағдайдағы және оң жақтағы жағдайдағы (П) өлшем көрсеткіштері

2.25,а- суретінде көрсетілген вертикальдық бұрышты өлшеуде негізгі бағыт, дүрбінің горизонтальды көздеуіш осі болып табылады. Өлшем көрсеткіштерін вертикаль дөңгелекте (2) (сурет 2.25,б) белгіленген шкалалардан алады. Бұл дөңгелекте (сурет 2.25) өлшем көрсеткіштері 0° тан 360° –қа дейін жазылған, ал теодолиттің кейбір түрлерінде вертикаль дөңгелектің өлшем көрсеткіштері басқадай түрде жазылса да, бәрібір дүрбінің көздеуіш осі бүтін сан 0° пен 90° көрсеткіштеріне дәл келеді. ЗТЗ0 теодолитінде вертикаль дөңгелектен алынатын бастапқы бұрыш индексі горизонталь дөңгелектегі тіктеуішпен келтіріледі. Тіктеуіш осі дүрбінің

коллимациялық жазықтығына параллель болатындай етіліп алидадаға бекітілген.

Бұрыш өлшемдерін есептеу үшін нөлдің орыны (НО) анықталынады. *Нөлдің орыны деп* – дүрбінің көздеуіш осінің горизонталь және вертикаль дөңгелек жанындағы деңгейлегіш үлбіреулігінің нөл орнында тұрған немесе компенсаторлы (теңестіргішті) теодолиттің горизонтальдық өлшем индексі нөл орнында тұрған жағдайларында алынатын вертикаль дөңгелектің өлшем көрсеткішін айтады.

НО былай анықталады: теодолитті жұмыс жайына келтіріліп, дүрбіні вертикаль дөңгелек сол жақтағы жағдайда (ДС) жақсы көрінетін нүктеге көздейді де (егерде вертикаль дөңгелекте деңгейлегіш болса, оның үлбіреулігін нөл орнына келтіреді) вертикаль дөңгелектің көрсеткіші алынады. Дүрбіні зенитпен айналдыру арқылы 180^0 -қа ауыстырып, дүрбіні сол нүктеге қайтадан көздеп, енді ДО көрсеткішін алады. Егерде қолданылған аспап теодолит 3Т30 болса, нөлдің орны мына формуламен анықталынады:

$$НО = (ДС + ДО + 180^0)/2, \quad (2.3.5)$$

3Т5КП теодолитін қолданылса онда:

$$НО = (ДС + ДО)/2 \quad (2.3.6)$$

Егерде басқадай теодолиттер қолданылса, нөлдің орнын анықтауды оның құжатынан (паспортынан) оқып білуге болады.

Өлшеу жұмыстарының нәтижесін кестеге жазады (кесте 2.8).

Кесте 2.8- Вертикаль бұрыштарды өлшеу журналы

Станция	Бақылайтын нүкте	Өлшемдер				НО	
		ДО		ДС			
		градус	минут	Градус	минут	градус	минут
А	1	2	45	117	18	0	01,5
	2	5	35	174	29	0	02

НО кезкелген мөлшерде болуы мүмкін, мұнда қойылатын шарт вертикаль бұрыштарды өлшеуде, ол тұрақты болуы тиіс.

Еңістік бұрышты есептеу қолданылатын аспаптарға байланысты мынандай формулалармен анықталады:

$$3Т30: v = (ДС - ДО - 180^0)/2; \quad v = ДС - НО; \quad v = МО - ДО - 180^0 \quad (2.3.6)$$

$$3Т5К, 2Т5П: v = (ДС - ДО)/2; \quad v = ДС - НО; \quad v = МО - ДО \quad (2.3.7)$$

Егерде алынатын сан алу санынан 90^0 -тан төмен болса, онда алынатын санға 360^0 қосылады.

Горизонталь бұрыштарды өлшеу және есептеу нәтижелері дала журналдарына жазылады (кесте 2.9 үлгімен)

Кесте 2.9- Дала журналы

дата 3.15.92

Наблюдатель Акылшинов

Погода: облачно, $t = +20^{\circ}\text{C}$

Теодолит: 3Т30 №0285Р

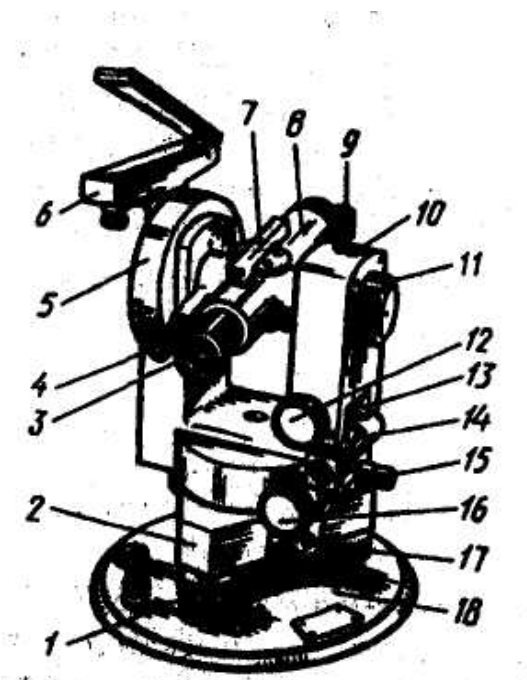
станция	нүкте	Өлшем				(ДО+ДС)/2		D, м	Абрис
		0	'	0	'	0	'		
1	ДО	5	295	08	124	48		Прямо 154,07	
		2					124,0 47,5	Обратно 154,16	
	ДС	5	12	31					
		2	247	44	124	47		Среднее 154,12	

Есептеуші: _____ Тексеруші: _____

2.3.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Теодолиттің негізгі остері;
- 2 Бұрыш өлшеу аспаптары және оның құрамына кіретін құралдар;
- 3 Теодолитті тексеру және түзеу реттері, тексерудің бір- бірімен байланыстылығы;
- 4 Горизонталь бұрышты өлшеу үшін жүргізілетін жұмыстар;
- 5 Вертикаль бұрышты өлшеу үшін жүргізілетін жұмыстар.

2.3.5 Зертханалық жұмыстар



Жұмыс №1

Тақырыбы: Бұрыштарды өлшеу.

Мақсаты: Бұрыш өлшеуіш аспаптарымен танысу, қолдана білу және олардың өлшем көрсеткішін ала білу.

Керек құралдар: Теодолиттер және оның комплектілері, плакаттар.

Тапсырма: 1) Сурет 2.26- да көрсетілген теодолиттің нөмерленген бөлшектерінің атын және олардың атқаратын жұмысын жазындар.

2) Теодолитті штативке бекітіп олардан өлшем көрсеткіштерін алуды үйрену және олардың көрсеткіштерін сызба түрінде көрсетіндер

Сурет 2.26- Теодолит 3Т30

Жұмыс №2

Тақырыбы: Теодолиттерді тексеру және түзету.

Мақсаты: Бұрыш өлшеуіш аспаптарымен жұмыс істегенде олады тексеру және түзету жұмыстарымен танысу, оларды жүргізе білу.

Керек құралдар: Теодолиттер және оның комплектілері, плакаттар.

Тапсырма: 1) Сурет 2.23-ті пайдалана отырып, теодолиттің негізгі остерін сызып, олардың атын және атқаратын жұмысын жазыңыз.
2) Теодолитті қолдана отырып, оларды тексеруді және түзетуді жүргізіп, олардың қалай жүргізілгендігін жазыңыз.

Жұмыс №3

Тақырыбы: Горизонталь бұрыштарды өлшеу

Мақсаты: Теодолитпен бұрыштарды өлшеумен танысу, оларды жүргізе білу, алынған өлшемдерді ведомоске толтыру және есептеу(теодолиттерді және бұрыштары өлшенетін нүктелерді ұстаздан аласыз).

Керек құралдар: Теодолиттер және оның комплектілері, плакаттар, микрокалькулятор.

Тапсырма: 1) Бұрышты өлшеу үшін, теодолитты қолдану ретін қысқаша жазыңыз.

2) өлшенген бұрыштардың мәнін ведомоске (үлгі кесте 2.10) толтырып, бұрыштарды есептеңіз және бұрышты өлшеу сызбасын салыңыз.

Кесте 2.10- Горизонталь бұрышты өлшеу журналы

Станция	Бақылан атын нүкте	Вертикаль дөңгелектің орыны	Горизонталь дөңгелектен алынған өлшем	Жартылай тәсілмен өлшенген бұрыштар	Орташа бұрыш	Ескерту

Жұмыс №4

Тақырыбы: Вертикаль бұрыштарды өлшеу

Мақсаты: Теодолитпен бұрыштарды өлшеумен танысу, оларды жүргізе білу, алынған өлшемдерді ведомоске толтыру және есептеу(теодолиттерді және бұрыштары өлшенетін нүктелерді ұстаздан аласыз).

Керек құралдар: Теодолиттер және оның комплектілері, плакаттар, микрокалькулятор.

Тапсырма: 1) Бұрышты өлшеу үшін, теодолитты қолдану ретін қысқаша жазыңыз.

2) өлшенген бұрыштардың мәнін ведомоске толтырып, бұрыштарды есептеңіз және бұрышты өлшеу сызбасын салыңыз.

Кесте 2.11-Нөлдің орнын анықтау

Станция	Бақыланатын нүкте	Өлшем		НО	Вертикаль бұрыш, v
		ДС	ДО		

2.4 Нивелирлеу

- 2.4.1 Нивелирлеу түрлері, нивелирлер;
- 2.4.2 Нивелирлік рейкалар, балдақтар (қазықтар), башмақтар
- 2.4.3 Нивелирлеу тәсілдері;
- 2.4.4 Нивелирлеу кезінде жердің қисықтығы мен рефракцияны ескеру;
- 2.4.5 Нивелирлерді тексеру және оларды түзету;
- 2.4.6 Сынақтық сұрақтар;
- 2.4.7 Зертханалық (студиялық) жұмыстар.

2.4.1 Нивелирлеу түрлері, нивелирлер

Жер бетіндегі бір нүктенің екінші нүктеден биіктік өсімшесін анықтау және қабылданған деңгейлік беттен нүктелердің биіктіктерін анықтау үшін жүргізілетін геодезиялық өлшеу жұмысын- нивелирлеу дейді. Жұмысты жүргізу әдісіне және қолданылатын аспаптарға байланысты нивелирлеу мынандай түрлерге бөлінеді: геометриялық, тригонометриялық, физикалық, автоматтық, стереофотограмметрлік.

Геометриялық нивелирлеу горизонтальдық сәуле көмегімен жақын екі нүктенің бір-бірінен өсімшесін тікелей анықтаудан тұрады. Горизонтальдық сәуле дүрбімен тұтас орналасқан деңгейлеуіш немесе арнаулы құрылым теңестіргіш (компенсатор) арқылы реттелетін дүрбінің көздеуіш сәулесінен пайда болады.

Тригонометриялық нивелирлеу екі нүкте ара қашықтығын және еңістік бұрышын өлшеуге негізделген. Еңістік бұрышты -бұрыш өлшеуіш аспаптарымен, ара қашықтықты- қашықтық өлшеуіш аспаптармен, өлшеуіш таспалармен, рулеткалармен т.б. құралдармен өлшейді.

Физикалық нивелирлеу барометрлік, гидростатикалық, аэрорадионивелирлеу болып бөлінеді.

Барометрлік нивелирлеу деңгейлік беттен (теңіз бетінен) өртүрлі биіктікте жатқан нүктелердің жоғарғы дәлдіктегі барометр-анероид деген аспаппен атмосфералық қысымдарының айырмашылықтарын анықтауға негізделген.

Гидростатикалық нивелирлеу бір-бірімен қатынастырылған сұйық құюға арналған ыдыстардың бір деңгейде тұру қасиеттеріне негізделген.

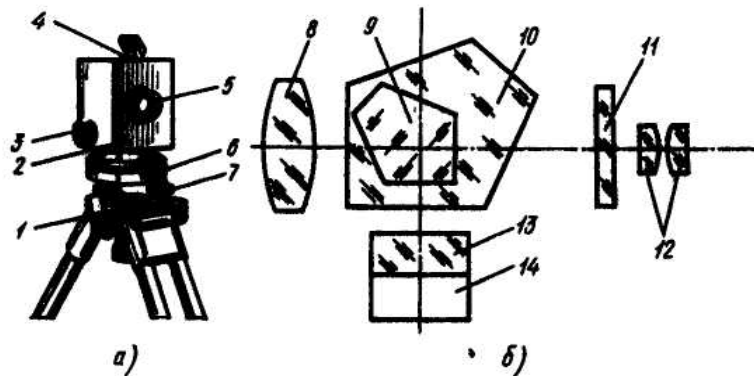
Аэрорадионивелирлеу ұшақтан жүргізіледі, радиоқашықтық өлшеуіш аспаптар жұмысна негізделген. Радио биіктік өлшеуіш және статоскоп ұшақтың ұшу биіктігін анықтау және осы биіктіктің ұшу кезіндегі өзгерістері жер бетінің биіктік өсімшелерін алуға мүмкіндік береді.

Автоматтық нивелирлеу неше түрлі механикалық аспаптарды пайдалануға негізделген. Мысалы, жүріп өткен жол бетінің теістігін автоматты түрде сызып отыратын аспап арқылы анықтауға болады.

Стереофотограмметриялық нивелирлеу стереоскоптық қос фотосуреттің өлшеу қасиеттеріне негізделген.

Кәзіргі кезде инженерлік –геодезиялық жұмыстарда геометриялық нивелирлеу жиі қолданылады.

Нивелирлер түрлері. Дүрбінің көздеуіш өсінің (нысалау сәулесінің) горизонтальдық жағдайға келтірілуіне байланысты нивелирлер екі типке бөлінеді: оптикалық теңестіріштермен (компенсатормен) жабдықталған, цилиндрлік деңгейлеуішті. СНГ елдерінде шығарылатын нивелирлерге компенсаторлы нивелирлердің маркаларына К- әрпі (с компенсатором), П- әрпі (прямое изображение) тура кескіндеу деп көрсетіледі. Мысалы, Н-05КП, Н-3КП, Н-10КП



1-штативке бекітетін серіппелі пластина, 2-корпус, 3-маховичок, 4- дөңгелек деңгейлеуіш айнасымен, 5-объектив, 6-тұғырық, 7- бекіткіш бұранда, 8,12- объектив және окуляр линзалары, 9,10- пентапризмалар, 11-жіптер торы, 13,14-призма және жақтау
Сурет 2.27- Нивелир Н-10КП (а) және оның оптикалық сұлбасы (б)

Оптикалық теңестіргіштермен (компенсаторлармен) жабдықталған нивелир немесе өзіне орнатылған көздеу бағыты бар нивелир. Дүрбінің көздеуіш өсінің (нысалау сәулесінің) еңістігін теңестіру немесе автоматты түрде горизонтальдық жағдайға келтіру оптикалық жүйенің теңестіргіш элементердің автоматты түрде бұрылуынан шығады (сурет 2.27,б).

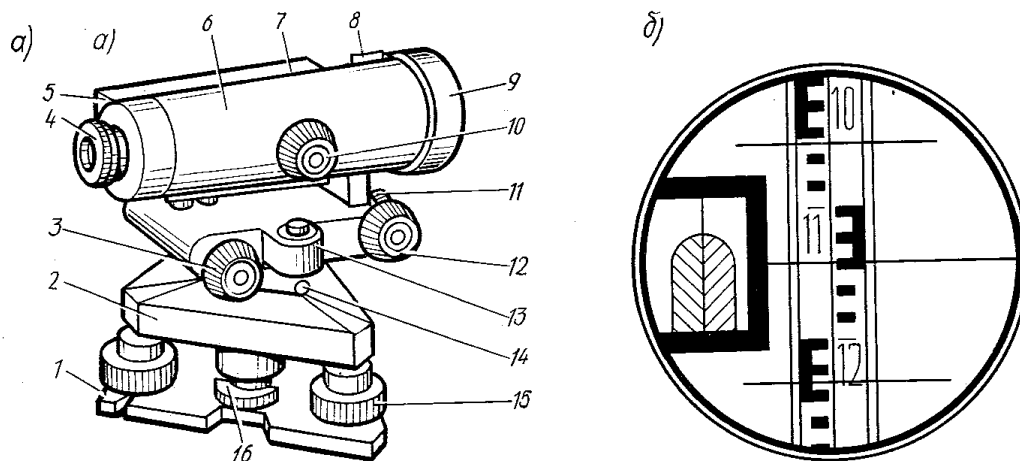
Н -10КП (сурет 2.27,б) нивелирінің теңестіргіштігі аспап қаптамасына бекітілген бір –біріне жапсырылған екі пентапризмалардан 9 және 10 (бес бұрышты призма) және сонымен бірге жылжымалы тікбұрышты призмадан тұрады. Тікбұрышты призма (13) жақтауға (рамкаға 14) орналастырылған. Вертикаль жазықтықта қорпусқа (2) бекітілген маховичокпен (3) жылжып тұрады. Маховичоктің жылжыуы нысаланатын объектіге дүрбінің фокустелуін қамтамасыз етеді. Теңестіргіштің жұмыс диапазоны нивелир өсінің ең үлкен еңістік бұрышымен анықталады. Дәлдігі төмен және техникалық жұмыстарда қолданылатын нивелирлердің теңестіргіштің диапазоны $5' \dots 20'$ арлығында болады.

Жұмысты бастау алдында нивелирді қорабынан алып штативке қондырғыш бұрандамен бекітеді. Штативті аяқтары арқылы келістіріліп,

штативтің басын «көзбен» горизонтальдық жағдайға келтіріледі де, тұғырықтың көтергіш бұрандаларымен дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреуігін шоғырланған шеңберлер ортасына немесе нөл-пунктке келтіріледі. Дүрбіні айналу өсімен қолмен айналдырып рейкаға көздейді. Дүрбіні кезеуші бұрандамен рейкаға дәл келтіріліп, егер бекітуші бұрандасы болса дүрбіні бекітеді де, маховичокпен (3) рейканың өлшем көрсеткішінің анық көрінуін қамтамасыз етіп, оның көрсеткішін жазып алады.

Цилиндрлік деңгейлеуішті нивелир тұтас орналасқан дүрбіден және цилиндрлік деңгейлеуіштен тұрады. Дүрбі деңгейлеуішімен бірге тұғырыққа кіретін вертикальды айналу өсіне бекітіледі. Бұл типтің көп таралған түлері Н-3, Н-10.

Нивелир Н-3 (сурет 2.28,а) жоғарғы бөлшегі көру дүрбісінен 6 цилиндрлік 5 және дөңгелек 13 деңгейлеуіштерден, кезеуші 12 элевациялық 3 бекітуші 11 бұрандалардан, төменгі бөлшегі тұғырықтан 2 үш көтергіш бұрандаларымен 15 және штативке бекіту үшін жасалған бұранда оймасы бар серіппелі пластинадан 1 тұрады.



Сурет 2.28-Нивелир Н-3 (а) және оның дүрбідегі көрінісі (б)

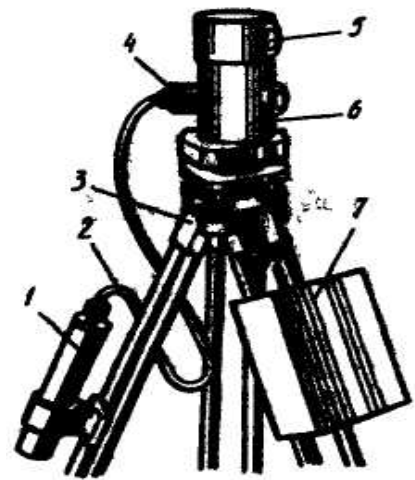
Көру дүрбісі (сурет 2.3, тақырып 2.3.2) объективі (9) және окуляры (4) іште фокусталатын телескоптық жүйе болып саналады. Дүрбінің сол жағында онымен бірге бір қорпуста орналасқан цилиндрлік деңгейлеуіш (5) аспаптың көздеу осін (нысалау сәулесін) горизонтальдық жағдайға келтіру үшін қолданылады. Ості горизонталь жағдайға дәл келтіру дүрбіден көрінетін көз алдындағы деңгейлеуіш үлбіреулігін (сурет 2-28,б) ең шетін ұштастыру арқылы элевациондық бұрандамен (3) жүргізіледі. Нивелирдің вертикаль осін тік бағытқа келтіру қызыметін дөңгелек деңгейлеуіш (13) атқарады. Дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреулігін шоғырланған шеңберлер ортасына немесе нөл-пунктке тұғырықтың үш көтергіш бұрандаларымен (15)

келтіріледі. Көру дүрбісін нивелирлік рейкаға нысалау көздеуіш (8) бекіткіш бұранда (11) арқылы бағыталып, кезеуші бұрандамен (12) нысаға дәл келтіріледі. Нивелирлік рейканың анық көрінуін фокустайтын линзаны жылжытып тұратын кремальера деп аталатын (10) бұрандамен келтіреді. Нивелирді штативке (үшаяққа) бекітуге арналған төлкеге (16) қондырғыш бұранданы бұрап орнатады. Дүрбідегі жіптер торының анық көрінуін окулярдың (4) сақинасы арқылы қамтамасыз етеді.

Элавацациялық бұрандамен деңгейлеуіш үлбіреулігінің екі шеті ұштастырылғаннан кейін, ортанғы жіптер торы арқылы рейка көрсеткіші алынады. Мысалы, 2.28 б-суретінде көрсетілген рейка көрсеткіші 1142 мм-ге тең. Цилиндрлік деңгейлеуішті нивелирді жұмысқа дайындау екі амалдан тұрады: аспаптың көздеу осін горизонтальдық жағдайға келтіру (дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреулігін нөл-пунктке, цилиндрлік деңгейлеуіш үлбіреулігінің екі шетін ұштастыру) және дүрбіні бақылау жүргізу үшін ретке келтіру. Дүрбіні айналу өсімен қолмен айналдырып рейкаға көздейді. Дүрбіні кезеуші бұрандамен рейкаға дәл келтіріліп, егер бекітуші бұрандасы болса дүрбіні бекітеді де, кремальерамен (10) рейка көрсеткішінің анық көрінуін қамтамасыз етіп, оның өлшемін жазып алады..

Лазерлік нивелир(сурет2.29) өзі орнатылған көздеу бағыты (теңестіргіші) бар нивелирмен (6) лазер түтігінің (1) қиюласқан түрі. Лазер түтігінен (1) сәуле жарық өткізгіші (2), өту тетігі (4) арқылы оптикалық жүйеге түседі де нивелир объективнен (5) көрінетін горизонтальды лазерлік сәуле ретінде шығады. Энергия көзі (7) штативке (3) бекітіледі. 100 метрлік қашықтыққа дейін сантиметрлікке бөлінген ағаш нивелирлік рейкалар қолданылады. Рейканы нивелирлейтін нүктеге қойып көздеп фокустегеннен кейін лазерлік сәуленің түскен жерінен рейка көрсеткішін алады. Жоғарғы дәлдікпен жүргізілетін нивелирлік жұмыстарда жылжымалы фотодетекторлы кареткамен жабдықталған рейкалар қолданылады.

Шетелдер фирмалары жоғарғы дәлдіктегі электрондық тіркеуші құрылғылармен жабдықталған, автоматты түрде рейка көрсеткіштерін тіркеп, нүктелер арасының өсімшесін анықтайтын нивелирлер шығарады. Мысалы, Карл-Цейсс Йена фирмасы шығаратын Рени 002А нивелирі өлшеу жұмысының нәтижелерін түгелдей автоматты түрде орындайды.



1-лазер түтігі, 2-жарық өткізгіш, 3-штатив, 4-өту тетігі, 5-объектив, 6-нивелир, 7-энергия көзі

Сурет 2.29- Лазерлік нивелир

2.4.2 Нивелирлік рейкалар, балдақтар (костыльдер), башмақтар

Нивелирлік рейкалар (сурет 2.30а). Техникалық нивелирлеуде сантиметрлік бөліктері бар екі жақты рейкалар қолданылады. Олар ұзындығы 3-4 м, ені 8 см ал қалыңдығы 2 см ағаш тақтайлардан жасалады және де олар бүтін не бүгілмелі келеді. Рейкалардың екі жағында да бір сантиметрлік бөліктер белгіленген. Бұл бөліктер рейканың бір жағында қара, ал екінші жағына қызыл сырмен белгіленген. Рейканың қара жағында көрсеткіштер нөлден басталады және ол негізгі жағы болып есептеледі. Рейканың қызыл жағы тексеру үшін қажет, оның табаны нөлден емес басқа саннан, мысалы 4677 мм не 4787 мм-ден басталады. Егерде нивелирлеу кезінде рейканың екі жағынан өлшем көрсеткіштер алынса, онда қызыл жағынан алынған көрсеткіштен қара жағынан алынған өлшем көрсеткіштерін шегергенде әр қашан 4687 не 4787 саны қалып отыруы қажет. Бұл сан өлшем көрсеткіштерін алудың дәлдігін де, дұрыстығын да көрсетеді.

Жұмыс жүргізу алдында нивелирлік рейкалар тексеріліуге тиісті. Ол үшін рейканы тегіс столға жатқызып, үстіне арнайы тексергіш сызғышты салып рейканың әрбір дециметрлері мен метрлерін өлшейді. Тексеру кезінде рейканың дециметрлік бөліктеріндегі кездейсоқ қате 1 мм, ал жалпы ұзындығындағы қате 2 мм-ден аспауға тиісті.

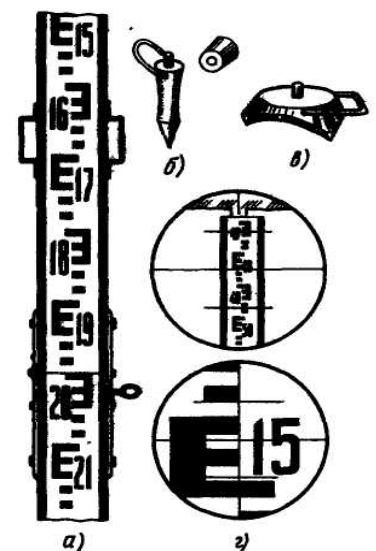
Рейкамен жұмыс істегенде оларды ағаш қазықтарға, темір қазықтарға (балдақтарға) немесе башмақтарға қояды.

Балдақ (сурет 2.30,б)- бір үші үштелген, екінші үші жұмырланған темір қазық.

Жерге қағу үшін оның төбесіне төлке кигізіледі.

Башмақ (сурет 2,30,в) – қалың дөңгелек немесе үшбұрышты үш аяғы бар металдан жасалған ортасында жұмырланған шыбық орнатылған пластина, оған рейканы қою үшін қолданылады.

Рейканы вертикальды «көзбен» немесе тіктеуішпен қояды. Егерде тіктеуіш жоқ болса рейканың көрсеткішін тербей отырып алады. Осы көрінген көрсеткіштердің ішінен кіші көрсеткішін алады өйткені ол рейканың тік болғандағы көрсеткішіне тең болады.



Сурет 2.30-Нивелирлік рейка (а), балдақ (костыль) (б), башмақ (в), рейка көрсеткіші (г)

2.4.3 Нивелирлеу тәсілдері

Инженерлік – геодезиялық жұмыстарда геометриялық нивелирлеу жиі қолданылатынын жоғарыда айтып кеткенбіз, сондықтан геометриялық нивелирлеу әдістеріне тоқталайық.

Геометриялық нивелирлеуде нүктелердің биіктік өсімшесі нивелир мен рейкалар арқылы анықталады. Нивелир горизонталь жазықтықта келтірілген дүрбі арқылы рейкадан өлшем алуға негізделген.

Геометриялық нивелирлеудің “ортадан” және “алға” нивелирлеу деген екі әдісі бар.

Ортадан нивелирлеу кезінде нивелир нүктелер арасына, ал рейкалар осы нүктелерге орнатылады (сурет 2.31)

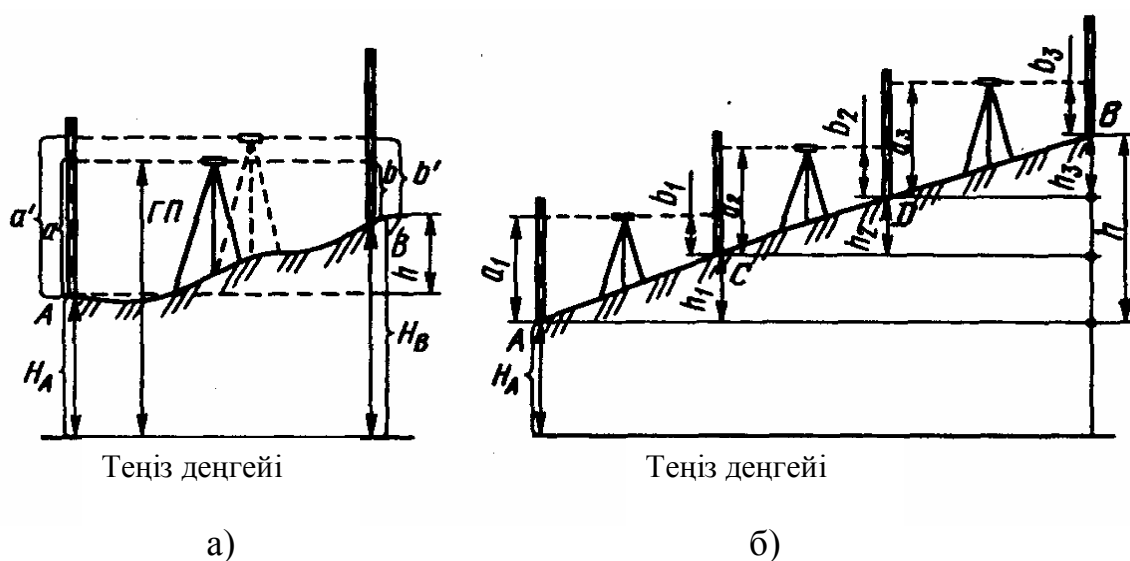
Содан кейін А және В нүктелерінде тұрған рейкаларға кезекпен қарап, дүрбінің көздеу сәулесінің осы нүктелерден биіктік өлшемдері a және b деп алынады. Егерде А нүктесін артқы, ал В нүктесін алдыңғы деп белгілесек, онда В нүктесінің А нүктесіне қарағандағы биікайырымы былайша анықталады.

$$h = a - b; \quad (2.4.1)$$

Мұнда h – биіктік өсімшесі.

Демек, «ортадан» нивелирлеу әдісінде биіктік өсімшесі артқы және алдыңғы рейка көрсеткіштерінің айырмашылығына тең. Егерде $a > b$ болса h – оң таңбалы, $a < b$ h – теріс таңбалы болады.

Нивелирді екі нүктенің ортасына орнатып, биіктік өсімшесін осылайша анықтауды “ортадан” нивелирлеу деп атайды.



Сурет 2.31- Нивелирлеу сұлбасы
а) қарапайым нивелирлеу б) күрделі нивелирлеу

«Алға» нивелирлеу әдісінде нивелир дүрбісінің окуляры мен А нүктесі бір тіктеуіш сызық бойында орналасады да, рейка екінші нүктеге орнатылады. Бұл жағдайда дүрбінің көздеуіш осінің А нүктесінен биіктігін i -деп белгілеп рулеткамен өлшеп, В нүктесінде тұрған рейкадан “ v ” көрсеткішін алады, биік айырымы былайша анықталады.

$$h = i - v; \quad (2.4.2)$$

Мұнда i – аспап биіктігі.

Екі нүкте арасындағы биік айырымы белгілі болса, В нүктесінің биіктігін мына формула арқылы анықтауға болады (сурет 2.31)

$$H_B = H_A + h; \quad (2.4.3)$$

Яғни келесі нүктенің биіктігі, алдыңғы нүкте биіктігіне биік айырымды қосқанға тең.

Деңгей жазықтықтан нивелирдің визирлік осіне дейінгі тіктеуіш сызықты аспаптың горизонты (АГ) деп атайды. Аспап горизонты 2.31а–суретінде ГИ-деп көрсетілген ол мынаған тең

$$AG(ГИ) = H_A + a; \quad \text{немесе} \quad AG = H_B + v; \quad (2.4.4)$$

Аспап горизонты арқылы да нүктелер биіктіктерін анықтауға болады. Мысалы, 2.31,а-суретіндегі А және В пункт арасында С нүктесі болса, оның биіктігі H_c төмендегі формула арқылы анықталады;

$$H_c = AG - c, \quad (2.4.5)$$

Мұнда, c – С нүктесіне қойылған рейканың өлшемі.

Әдетте, аспап горизонты (АГ) бір станцияда тұрып бірнеше нүктелердің биіктіктерін анықтағанда қолданылады.

Егерде нивелирленетін екі нүктенің арасы 100-м-ден аспаса, онда екеуінің арасындағы биіктік өсімі жалғыз станциядан анықталады, мұны *қарапайым* нивелирлеу деп атайды.

Егер 2.31б–суретінде көрсетілгендей А және В нүктелерінің ара қашықтығы едәуір қашық болса, онда өсімшені h анықтау үшін нивелирді бірнеше станцияға орналастырып *күрделі* нивелирлеу жүргізіледі, 2.31б–суретіне сәйкес нүктесінің А нүктесінен өсімшесі әр станциядағы биіктік өсімшелерінің қосындысына тең

$$h_{AB} = \sum h_i = \sum a_i - \sum v_i, \quad (2.4.6)$$

мұнда $\sum a_i$ – барлық артқы өлшемдердің қосындысы,

$\sum v_i$ – барлық алдыңғы өлшемдердің қосындысы.

Ақырғы нүктенің абсолюттік биіктігі 2.4.3 –формуласына сәйкес былайша анықталады $H_B = H_A + \sum h_i$

2.4.4 Нивелирлеу кезінде жердің қисықтығы мен рефракцияны ескеру

Нивелирлеу кезінде көздеуіш сәуле атмосфера арқылы өтіп, әр түрлі ауа тығыздығының әсерінен сынады, немесе рефракция әсеріне душар болады. Және де едәуір қашық жерді нивелирленген кезде горизонталь

көздеуіш сәулесі теңіз деңгейіне параллель болмайды, сол себептен жердің қисықтығын ескеріп өсімшелерге түзетулер енгізуге тура келеді. Егер көздеуіш сәуле Vb (сурет 2.32) деңгейлік жазықтыққа параллель болып келсе, онда B нүктесіндегі рейка өлшемі b -ға тең болады. Егерде көздеуіш сәуле V нүктесінен жанама сызық арқылы өтсе, онда рейка өлшемі b_1 -ге тең болар еді. Шындығында, көздеуіш сәуле әртүрлі қысымдағы атмосферадан өткенде рефракция әсерінен қыйсаяды, онда рейка өлшемі b_2 -ге тең болады. 2.3-ші суреттен мынаны көруге болады;

$$h = v - b = v - (b_2 + r - k),$$

мұнда, k - жер қисықтығының түзетпесі; r - рефракция түзетпесі.

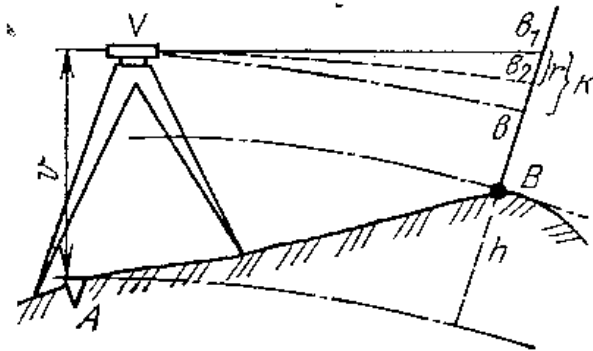
Егерде $k - r = f$, деп белгілесек, онда $h = v - b_2 + f$

$\Delta h = k = S^2 / (2R)$ екендігін ескере отырып, мұнда R - жердің орташа радиусы; S - көздеу қашықтығы, және де рефракция түзетпесін $r = S^2 / (2R_1)$ деп қабылдап, мұнда R_1 - рефракциялық қисықтың радиусы, бұл шамамен $6R$ -ге тең. Осыларды ескере отырып, жердің қисықтығы мен рефракциясына орташа түзету былай анықталынады

$$f = k - r = k - k/6 = 0,42S^2/R \quad (2.4.7)$$

Бұл қателік көздеу қашықтығы 50 м болса 0,3 мм, 150 м болса- 1,7 мм.

«Ортадан» нивелирлеу кезінде аспаптан рейкаға екі қашықтық бір-біріне тең болады, сондықтан рефракция мен жер қисығынан кететін қатенің



Сурет 2.32- Жердің қисықтығы мен рефракциясына байланысты нивелирлеу нәтижелерінің бұрмалануы.

әсері жойылады, бұл «алға» нивелирлеуге қарағанда «ортадан» нивелирлеудің артықшылығы болып есептелінеді.

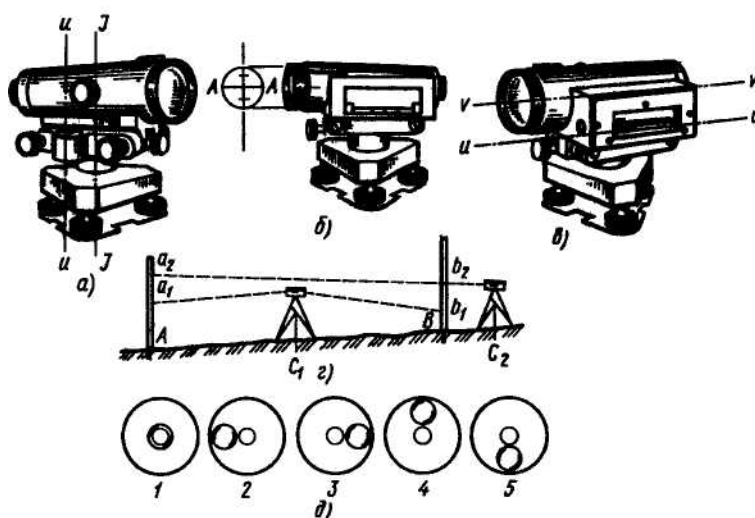
2.4.5 Нивелирлерді тексеру және оларды түзету

Нивелирлеуге қойылатын басты талап: деңгейлік ось пен нысана сәулесі бағытының өзара параллель болуы. Жұмыс жүргізілер алдында нивелир жан-жақты тексеріліп, биіктік өсімшесін дәл анықтауға әсер ететін кемшіліктер түзетілуге тиісті. Сырттай тексеру нәтижесінде кемшіліктер табылмаса, онда нивелирдің осьтері арасындағы геометриялық байланыстар тексеріледі.

Цилиндрлік деңгейлеуішті нивелирге қандай тексеріліс жүргізілетіні жайында қарастырайық.

1) Дөңгелек деңгейлеуіштің осі *uu* нивелирдің айналу осіне *JJ* параллель болуы тиіс (сурет 2.33,*а*). Көтергіш үш бұрандалар арқылы дөңгелек деңгейлеуіш үлбіреуігі ортасына келтіріледі. Содан кейін нивелир дүрбісін 180° –қа бұрады да үлбіреуіктің орнын тексереді. Егер үлбіреуік нөл орнында қалса, онда тексерістің орындалғандығы, қалмаса дөңгелек деңгейлеуіштің түзеткіш бұрандалары арқылы үлбіреуіктің ауытқуының жартысына дейін түзетіліп, ал қалған жартысын көтергіш бұрандалар мен түзетіледі.

2) Жіптер торының горизонталь штрихы *AA* нивелирдің айналу осіне *JJ* перпендикуляр болуы тиіс (сурет 2.33,*б*). Бұл жағдайға аспап шығаратын зауат кепілдік береді, бірақ та кішірек түзету және келістіру орындаушы мен жүргізілуі мүмкін. Тексеруді мынандай ретпен жүргізеді: нивелирдің айналу осін тік бағытқа келтіреді; нивелирден 20...30 м қашықтық жерге рейка қойылып, оның өлшем көрсеткішін алады; ортаңғы горизонталь жіп торының сол жақ шетін рейкаға көздеп, оның өлшемін алады, дүрбіні горизонталь жазықтық арқылы бұрандамен жылжыта отырып ортаңғы горизонталь жіп торын рейканың оң шетіне келтіріліп өлшемін алады. Осы өлшемдерде рейканың өлшем көрсеткіштері өзгермесе немесе 1 мм-ден аспаса нивелирдің түзу болғаны, 1 мм-ден асса түзу болмағаны. Шарт орындалмаса жіп торының түзету бұрандаларын босатып, диафрагманы жіптер торымен түзетеді.



Сурет 2.33- Нивелирді тексеру осьтерінің орналасу сұлбасы (*а-в*), үшінші тексеріс жүргізгуде нивелирдің орны (*з*), 1-5 дөңгелек деңгейлеуіштің орыны (*д*)

3) Дүрбінің көздеуіш осі *vv* цилиндрлік деңгейлеуіш осіне *uu* параллель болуы тиіс (сурет 2.33,*в,з*). Тексеруді мынандай ретпен жүргізеді: жергілікті жерде арақашықтықтары 70...80 м екі нүкте *A* және *B* таңдалынып алынады да нүктелерді қазықпен бекітеді; *C₁* нүктесіне нивелирді қойып рейканың өлшемдерін *a₁* және *b₁* –ді алып, биіктік өсімшесі *h₁* есептелінеді $h_1 = a_1 - b_1$; әрі қарай бір рейкадан 3...5 м

кашықтыққа нивелирді C_2 нүктесіне қойып, рейка өлшемдері a_2 және b_2 – ны алып, биіктік өсімшесі $h_2 = a_2 - b_2$ есептелінеді. Егер осы өсімшелер бір-біріне тең, немесе айырмашылығы 4 мм-ден аспаса түзету жүргізілмейді, ал 4 мм-ден артық болған жағдайда, элавазиондық бұранданың көмегімен тордың ортанғы штрихын түзетілген есепке $a_2 = b_2 + h_1$ келтіріледі. Бұл жағдайда цилиндрлік деңгейлеуіштің үлбіреулігі нөл орнынан ауытқиды, яғни дүрбі ішіндегі үлбіреуіктің ұштасқан екі шеті алшақтайды. Үлбіреуігтің ауытқуы цилиндрлік деңгейлеуіштің түзеткіш бұрандалары арқылы қалпына келтіріледі.

4) Нивелир теңестірілмеген жағдайда болмауы тиіс (тексеру теңестіргішті (компенсаторлы) нивелирге жүргізіледі)

Тексеруді мынандай ретпен жүргізеді: нивелирді бір-бірінен 100 м қашықтықта тұрған рейкалардың ортасына тұрғызып, оны тіктейді; рейканың өлшемдерін a_1 және b_1 –ді алып, биіктік өсімшесі $h_1 = a_1 - b_1$ есептелінеді. Содан кейін дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреулігін жылжыта (сурет 2.33, ∂ , 2,3,4,5 –ші позициялар) отырып, рейкалар көрсеткіштері a_2 және $b_2, \dots, a_5$ және b_5 алынып, олардың өсімшелері $h_2, \dots, h_5$ есептелінеді.

Егер нивелир түзу болса, дөңгелек тіктеуіштің 2-5 –ші позицияларында 1-ші позицияның орташа мәнінен 7 мм-ден аспауы тиіс, егер одан артық болса арнаулы шеберханаларда ғана түзетіледі.

2.4.6 Сынақтық сұрақтар

- 1 Нивелирлеу түрлері және оның қалай орындалатындығы;
- 2 Нивелирлеуге қолданылатын аспаптар;
- 3 Геометриялық нивелирлеуге қолданылатын аспаптар мен құрал жабдықтар және оларды тексеру;
- 4 Өсімше мен биіктіктің айырмашылығы;
- 5 Қарапайым және күрделі нивелирлеу;
- 6 Рейка өлшемдерін дұрыс алуды тексеру;
- 7 Бір нүкте биіктігі арқылы екінші нүкте биіктігін анықтау.

2.4.7 Зертханалық (студиялық) жұмыстар

Зертханалық жұмыс №1

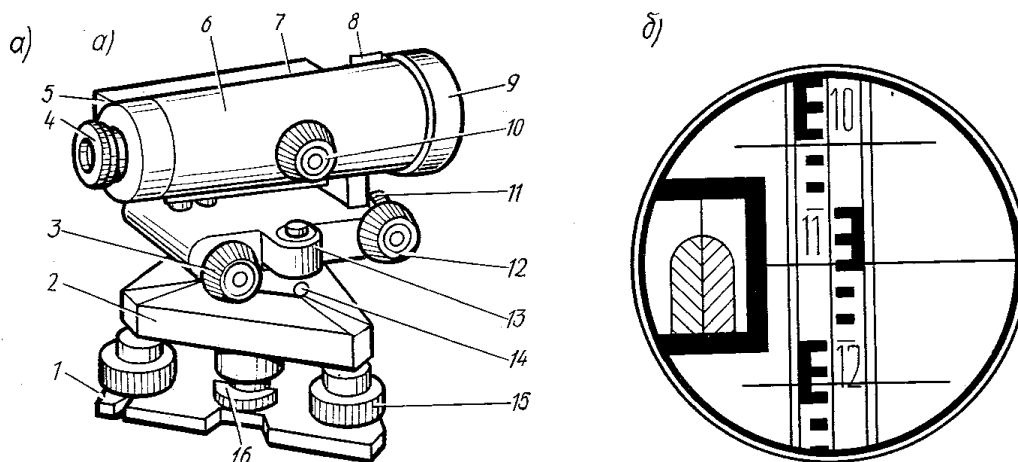
Тақырыбы: Нивелирлеу.

Мақсаты: Нивелирлеуге қолданылатын аспаптарымен және құралдармен танысу, қолдана білу және рейкадағы өлшем көрсеткішін ала білу.

Керек құралдар: Нивелирлер және оның комплектілері, плакаттар.

Тапсырма:

- а) Сурет 2.34- те көрсетілген нивелирдің нөмерленген бөлшектерінің атын және олардың атқаратын жұмысын жазу;
- б) Берілген нивелирді, рейкаларды тексеру және түзету.



Сурет 2.34-Нивелир Н-3

Зертханалық жұмыс №2

Тақырыбы: Нивелирлеу.

Мақсаты: Геометриялық нивелирлеуді жүргізуді және өңдеуді үйрену

Керек құралдар: Нивелирлер және оның комплектілері, плакаттар.

Тапсырма: а) 2.4.2 –кестесінде берілген көрсеткіштерді пайдалана отырып, техникалық нивелирлеу журналын толтырыңыз және оның математикалық өңдеуін жүргізіп үйрену.

б) Ұстаздың берген тапсырмасы бойынша нүктелер арасының биік айырымын өлшеу және оларды техникалық журналға толтырып, математикалық өңдеу.

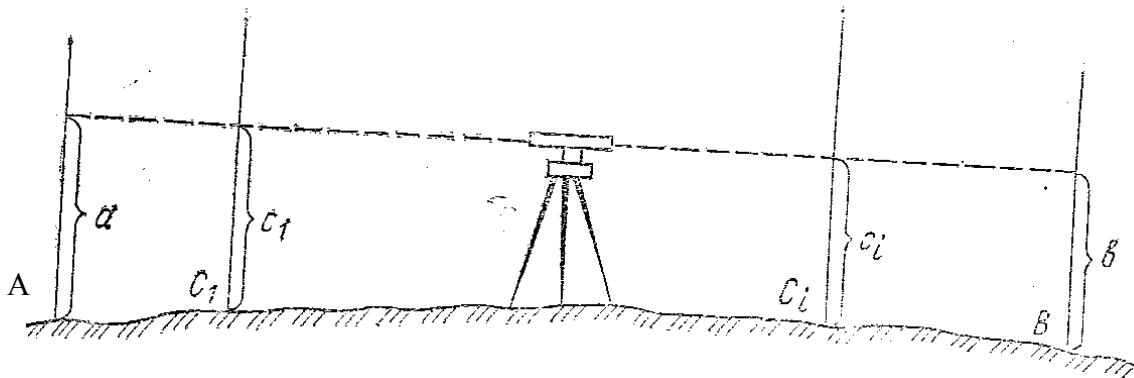
Жұмыс жүргізу тәртібі.

Ортадан нивелирлеуде қателер аз болады және жұмысты орындау тезірек жүргізіледі. Сондықтан нивелирлеуде осы тәсіл жиі қолданылады. Нивелирлеуді байланыстырғыш нүктелер арқылы жүргізіледі, яғни нивелирлік жүрісте оларға дәйекті түрде нүктелер биіктіктері беріліп отырады. Артқы нүкте *A* алдыңғы нүкте *B* (сурет 2.35) байланыстырғыш нүктелер болады да осы нүктелерге рейкалар, ал нүктелер ортасына нивелир орнатылады. өлшем алу алдында аспаптың көздеуіш осін тіктейді, ал көру дүрбісін жәй көзбен орнатады. Деңгейлеуішті нивелирде рейкадан өлшем алар бұрын цилиндрлік деңгейлеуіштің үлбіреулігін нөл орнына қояды.

Өлшемдерді екі жақтылы бетті рейкалардан алып, нивелирлеу журналына (кесте 2.4.1) мынандай ретпен жазады:

- (1) артқы рейканың қызыл жақ бетінің өлшемі $a_{кыз}$;
- (2) сондай, алдыңғы рейканың өлшемі $b_{кыз}$;

- (3) артқы рейканың қара жақ бетінің өлшемі $a_{қара.}$;
 (4) сондай, алдыңғы рейканың өлшемі $b_{қара.}$



Сурет 2.35-Геометриялық нивелирлеу

Осы өлшемдерді алғаннан кейін оларды тексереді, тексеру былай есептелінеді:

(5) алдыңғы нүктенің нөлдік айырымы $HA_b = b_{қыз.} - b_{қара.}$;

(6) сондай, артқы нүктенің $HA_a = a_{қыз.} - a_{қара.}$

HA_b және HA_a –ның сандық мөлшерлерінің бір-бірінен айырмашылығы 4 мм-ден аспауы тиіс. Егер де осы шарт орындалса, рейка аралық нүктелерге қойылып:

(7) рейканың қызыл жақ бетінің өлшемі $c_{қыз.}$;

(8) рейканың қара жақ бетінің өлшемі $c_{қара}$

алынады. Тексеру үшін, аралық нүктенің нөлдік айырымы есептелінеді

(9) $HA_c = c_{қыз.} - c_{қара.}$

Станциядағы журналды өңдеу мынандай есептеулер мен аяқтайды

(10) рейканың қызыл жақ бетінің биік айырымы $h_{қыз.} = a_{қыз.} - b_{қыз.}$;

(11) сондай, қара жақ бетінің биік айырымы $h_{қара} = a_{қара.} - b_{қара.}$;

(12) станциядағы орташа биік айырымы $h. = 0,5(h_{қыз.} + h_{қара.})$.

Рейканың қызыл және қара жақ беттерінің биік айырымы 4 мм-ден артық болмауы тиіс.

Байланыстырылған нүктелердің алдыңғы нүктелер биіктігі:

(13) $H_B = H_A + h,$

ал, аралық нүктелердің биіктіктері аспаптың горизонты арқылы есептелінеді

(14) $AG_{қыз.} = H_A + a_{қыз.}$;

(15) $AG_{қара.} = H_A + a_{қара.}$;

(16) $H_{C_{қыз.}} = AG_{қыз.} - c_{қыз.}$;

(17) $H_{C_{қара.}} = AG_{қара.} - c_{қара.}$;

(18) аралық нүктенің биіктігі ретінде $H_C = 0,5(H_{C_{қыз.}} + H_{C_{қара.}})$

Кесте 2.4.1- Нивелирлеу журналы (толтыру үлгісі)

Стан-ция	Нивелирлеу нүктесі	Рейкадан алынған өлшемдер, мм			h _{есеп.} мм	h _{орташа} мм	h _{түзет.} мм	АГ	Н, м
		артқы	Алдыңғы	Аралық	+ -	+ -	+ -		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	2808(1) <u>7496(4)</u> 4688(6)						112,918	110,11
	B		0702(2)		2106(10)			(14)	112,21
	C ₁		<u>5380(3)</u> 4687(5)		2107(11)	2106 (12)		117,606	(13) <u>112,21</u>
				2011(7) <u>6698(8)</u> 4783(9)				(15)	(16) 112,21
									(18) 110,91
									(17)

Кесте 2.4.2-Тапсырма

Нұсқа №	Нивелирлейтін Нүкте №	Рейкадан алынған өлшем, мм			Нүкте биіктігі, м
		артқы	алдыңғы	аралық	
1	A B C	5719 0936	5168 0384	5915 1132	105,381
2	A B C	6828 1044	6165 1381	7138 2358	214,393
3	A B C	7949 1165	7389 2607	7694 2910	118,142
4	A B C	7248 2465	6934 1151	5278 0493	119,257
5	A B C	5168 0384	5903 1120	5279 0947	120,368
6	A B C	6338 1054	7155 2373	6171 1386	121,473

2.4.2- Кестенің жалғасы

7	A B C	7245 2463	6834 2051	7585 2801	122,582
8	A B C	6935 1150	5277 0943	7947 1165	123,695
9	A B C	6837 1053	6165 1382	7058 2273	124,711
10	A B C	6925 1141	6821 2038	5277 0493	125,824

3 ТҮСІРУ ТҮРЛЕРІ, ОЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

3.1 Геодезиялық торлар туралы түсініктер

- 3.1.1 Геодезиялық түсіру жұмыстарды жүргізудің негізгі принциптері;
- 3.1.2 Геодезиялық тірек тораптары;
- 3.1.3 Мемлекеттік геодезиялық және жиілету тораптары;
- 3.1.4 Топографиялық түсіру және түсірушілік негіздемелері;
- 3.1.5 Сынақтық сұрақтар.

3.1.1 Геодезиялық түсіру жұмыстарды жүргізудің негізгі принциптері

Қаншалықты ұқыптылықпен жүргізілген кездің өзінде де, өлшеулерде азды-көпті қателер кетіп отырады. Бастапқы нүктеден (пункттен) алыстаған сайын өлшеудің дәлдігі азайып, қателер ұлғая береді. Бұдан бұрынғы тарауда айтып кеткендей өлшеудің дәлдігін тек қатенің абсолюттік (орташа квадраттық) не салыстрмалы шамаларына қарап жобалауға болады.

Қателердің ұлғайып-азаюын, дәлдігін арттыра түсу үшін елімізде өлшеу жұмыстарын сезімтал аспаптар арқылы қажетті дәлдікке сәйкес, белгілі әдістермен шебер өлшеуші адамдар (геодезистер, маркшейдерлер) жүргізеді.

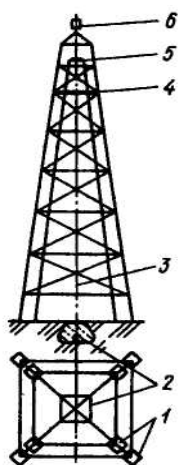
Геодезиялық жұмыстарды ғылыми түрде жүргізу мына төмендегі негізгі принциптердің міндетті түрде орындалуын қажет етеді.

1 Геодезиялық тірек торларын «жалпыдан жекелікке (нақтылыққа) көшу» - деген принциппен әрі қарай дамыту, яғни алдымен геодезиялық бастапқы (тірек) тораптары құрылады, олардың координаталары жоғары дәлдікпен табылады да, оларды әрі қарай жиілетеді⁷

2 Өлшеу, есептеу және графиктік жұмыстардың әрбір кезеңдерін міндетті түрде тексеріп отыру және бастапқы өлшеулер нәтижесінің дәлдігіне көз жетпейінше кейінгі өлшеулерге кіріспеу.

3.1.2 Геодезиялық тірек тораптары

Түсірудің қай түрі болсын, олар алдын ала жер бетінде бекітілген және өте жоғары дәлдікпен координаталары (X,Y,H) анықталған нүктелерге сүйенеді. Мұндай пункттарды геодезиялық тірек пунктері дейді. Кең байтақ территориямызды толық қамтамасыз ететін тірек пункттерінің жүйесін геодезиялық тораптар дейді. Геодезиялық тораптар пландық және биіктік болып бөлінеді. Пландық тораптар геодезиялық центрдің координаталарын (X, Y) анықтау үшін, биіктік тораптар оның биіктігін (H) анықтау үшін пайдаланады.



1-іргетас, 2-марка, 3-пирамидалық мұнара, 4-төсем, 5- үстелше, 6-визирлік цилиндр.

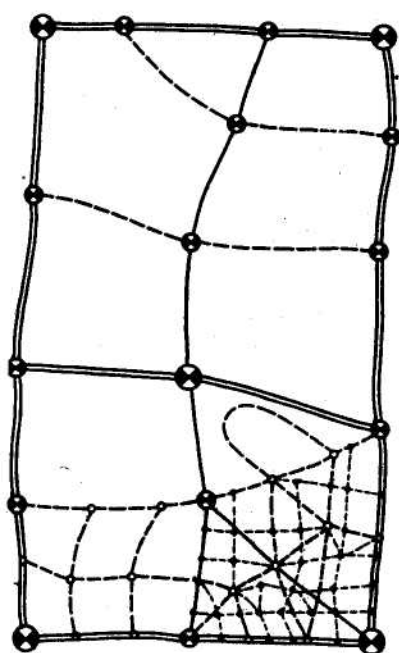
Сурет 3.1-Геодезиялық пункт:

Геодезиялық тораптар мемлекеттік, геодезиялық жиілету, түсіру және арнайы болып бөлінеді.

Геодезиялық тораптардың ұзақ мезгіл әрі орнықты сақталуы үшін, оларды белгілі тереңдікте бір тұтас бетонмен бекітеді және ортасына марка орнатылады. Геодезиялық пункттердің үстіне бар өлшеу кезінде штатив және оның жоғарғы жағына іргелес пункттарды қарағанда нысана ретінде пайдалану үшін визирлік цилиндр бекітілген пирамидалық мұнара орнатылады (сурет 3.1).

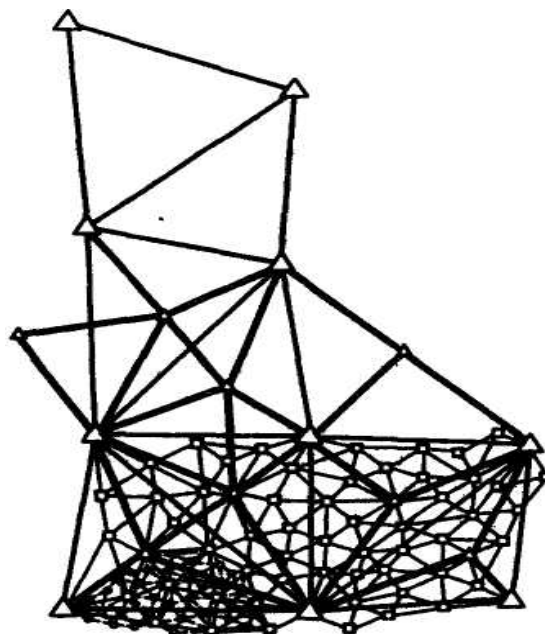
3.1.3 Мемлекеттік геодезиялық және жиілету тораптары

Мемлекеттік геодезиялық тораптар басқа тораптарды салудың негізі болып табылады да олар пландық және биіктік болып бөлінеді.



Кластар:
 ●-1- ●-2- ○-3 *-4-

Сурет 3.3- Мемлекеттік биіктік торлар сұлбасы



Кластар:
 △-1- △-2- □-3 ○-4

Сурет3.2- Триангуляция әдісімен салынған мемлекеттік торлар сұлбасы

Мемлекеттік геодезиялық пландық тораптар 1,2,3,4 кластық болып бөлінеді және олар триангуляция, трилатерация, полигонометриялық әдістермен салынады. Триангуляциялық әдісі жер бетінде бір-біріне жалғасып жатқан үш бұрыштар жүйесін құруға негізделген (сурет 3.2)

Үш бұрыштар төбесінің координаталарын анықтау үшін әрбір үшбұрыштардың бұрыштары өлшенеді және бастапқы үшбұрыштың бір қабырғасы өлшеніп, қалған қабырғалары формула бойынша есептеледі. Триангуляция 4 класқа бөлінеді. 1- кластық триангуляция торларының іші 2-кластық триангуляция торларымен толтырылады, 1-ші және 2-ші торлар ішітері 3-ші, 4-ші класты торлармен толтырылады. Мемлекеттік торларды сипаттайтын кейбір көрсеткіштері төмендегідей (кесте 3.1).

Кесте 3.1

Триангуляция кластары	Қабырғалар ұзындығы, км	Өлшеу дәлдігі	
		бұрыштарды	базистік қабырғаларды
1	20-25	0,7 ^{''}	1:400 000
2	7-20	1 ^{''}	1:300 000
3	5-8	1,5 ^{''}	1:200 000
4	2-5	2 ^{''}	1:200 000

Қалалық жерлерде құрылыс жүріп жатқан және де жетуге қиын аудандарда геодезиялық мемлекеттік тораптар пункттер тізбегіне өзара қосу нәтижесінде алынған полигонометриялық жүрістер арқылы құрылады

Полигонометрияда бұрылу бұрыштары теодолитпен, ал ара қашықтықтар болат не инвар ленталармен өлшенеді. Кейінгі кезде электрооптикалық, және радиооптикалық қашықтық өлшегіш аспаптардың пайда болуына байланысты геодезиялық торлардағы бұрыштар өлшенбей, тек қана үш бұрыш қабырғалары анықталатын болды. Бұл әдіс трилатерация әдісі деп аталады.

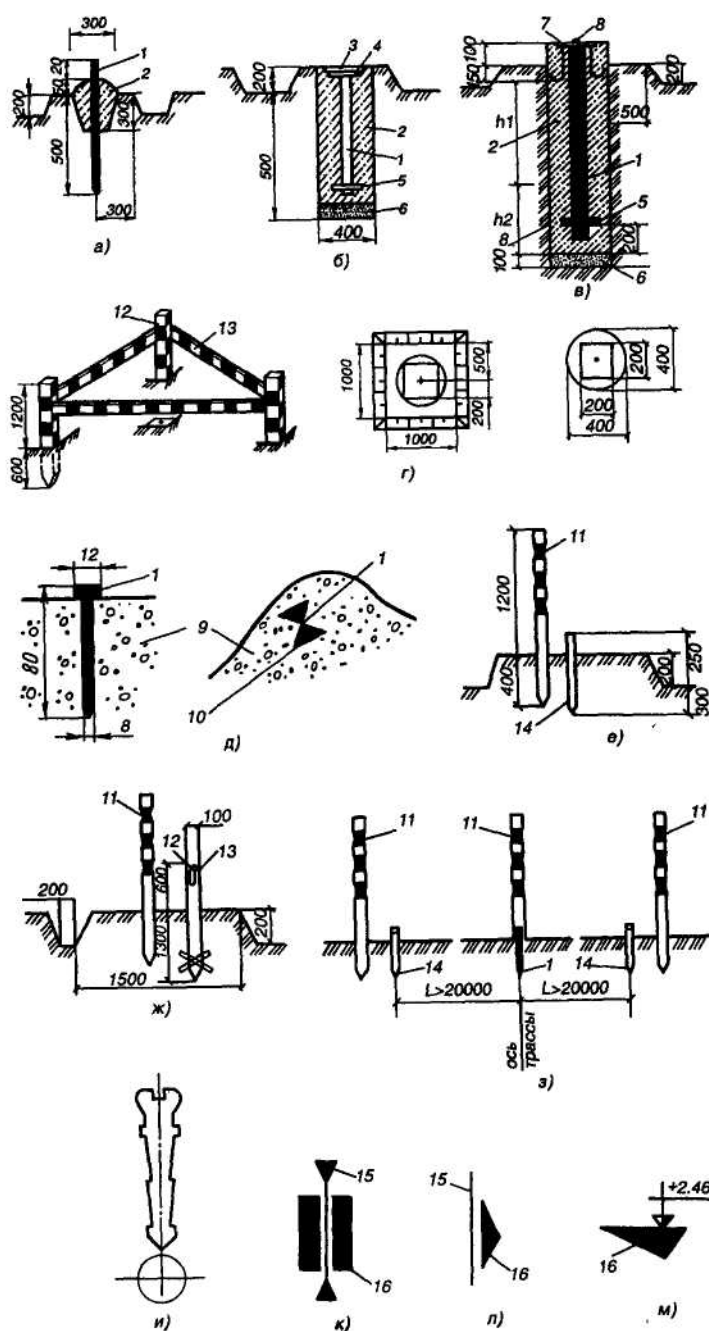
Геодезиялық пункттердің биіктігі нивелирлеу әдісімен анықталады. Нивелирлеу де 4 класқа (сурет 3.3) бөлінеді. 1-ші және 2-ші кластық нивелирлеу еліміздің бүкіл территориясында биіктіктердің біріңғай жүйесін жасаудың негізі болады. Мемлекеттік нивелирлік тордың 1-ші класы жасалынған жоба бойынша, 2-ші класы 1-ші кластардың араларына (ол жоқ болса) өз бетімен периметрі 500-600 км полигондармен, 3-ші класы 1-ші, 2-ші клас торларының ішіне бөлек жүріспен немесе қиылысатын жүрістермен периметрлері 150-200 км полигондармен, 4-ші класы жоғарғы кластарға сүйене отырып салынады. 3-ші және 4-ші кластық торлар топографиялық, маркшейдерлік т.б. жұмыстарды қамтамасыз етеді.

Кесте 3.2- Нивелирлеу кластарының дәлдігі

Қателіктер; үлеспеушіліктер	Нивелирлеу класы			
	1	2	3	4
Орташа квадраттық кездейсоқ қателік 1 км жүріске, мм	0,5	2,0	5,0	10
Жүйелі қателік 1 км жүріске, мм	0,05	0,4	-	-
Полигонның немесе жүрістің мүмкіндік үйлеспеушілігі (жоғарғы дәлдіктегі реперлер арасы, мм), L- километрлік сан жүрісте немесе полигонда	-	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$

а,б,в-бес қабатты ғимаратқа және 15 м биіктікке дейінгі имараттарды салуда қолданылатын белгілерді бекіту,
г-белгілерді қоршау,
д-бетонда немесе таста бөлу остерін бекіту,
е,ж,з- сызықтық имараттардың остерін бекіту,
и –ғимараттарға остерді және биіктіктерді белгілеу,
к,л,м -тұстамалық остерді, бағдар белгілерін, биіктіктерді бояумен белгілеу;
1-металлды шыбық, 2-бетон, 3-ағаш қақпақ, 4-металлды пластина, 5-якорь, 6-құм, 7-анкер, 8-ағаш немесе темір көлденеңдік тіректер, 9- тас,бетон, 10-қиылысқан остерді бояу, 11-бағдар қадалары, 12- ағаш репер- тірек, 13-рейканы қою үшін қолданылатын сөре-қиық белгі, 14-тұрақты белгі-ағаш қазық, 15-тұстама остерді және бағдар белгілерін карандашпен белгілеу, 16-бояулау

Сурет 3.4 – Негізгі, бастапқы бөлу остерін және биіктіктерін бекіту белгілері



Мемлекеттік торлардың барлық класы жергілікті жерде 5-7 км (жетуге жолы қиын аудандарда 10-15 км) арақашықтықта тұрақты белгілермен – реперлермен және маркалармен бекітіледі. Ғимараттар мен имараттардың реперді жер бетінен- 0,75м, ал маркаларды -2 метрдей етіп іргетастарында орнатады. Топырақты реперлер құрылымы жергілікті жердің физика-географиялық жағдайына байланысты орнатылады. Нивелирлеудің 1-ші 2-ші класы кейбір жерлерде (арнаулы тапсырыс бойынша) әрбір 50-80 км арақашықтықта орнықты нивелирлік белгі - іргетастық реперлер орнатылады. Олар бірнеше метр тереңдікте, бір бірінің өсімшесін анықтауға ыңғайлы тақау жерге 2-3 «бұталы» болып орнатылады. Нивелирлеудің кластарының дәлдігі (кесте 3.2) көрсетілген

Геодезиялық мемлекеттік тірек торлары дәлдігі жоғары аспаптармен салынады. Кәзіргі заманда дәлдігі өте жоғары өлшеуіш аспаптар барлық өлшеу жұмыстарын автоматтық жүйелерде жүргізеді. Мұндай аспаптар есептеуіші және есте сақтау құрылғыларымен жабдықталған. Бұл құрылғылар өлшеу нәтижелерін тіркеп және сақтау арқылы ЭЕМ-де өңдеуге және оны кейіннен пайдалануға мүмкіндік береді.

Кәзіргі уақытта мемлекеттік геодезиялық торларды жер бетінде бекіту және өте жоғары дәлдікпен координаталары (X,Y,H) анықтау үшін ғарыштық өлшеу тәсілдері қолданады.

Геодезиялық *жиілету тораптары* мемлекеттік торларды жиілету негізінде құралады

3.1.4 Топографиялық түсіру және түсірушілік негіздемелері

Топографиялық түсіру- жергілікті жердің топографиялық картасы мен планын жасау үшін, жүргізілетін геодезиялық жұмыс кешені.

Топографиялық пландарды құрастыру үшін жүргізілетін түсіру жұмыстары ірі масштабты (1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000) және ұсақ масштабты (1:10000, 1:25000 және одан ұсақ) болып бөлінеді.

Түсіруге және топографиялық планда бейнелеуге жергілікті жердегі барлық ситуациялар элементері, ғимараттар мен имараттар, аумақты көркейтулер, жерасты және жерүсті коммуникациялары және жергілікті жер бет-бедері жатады.

Планда ситуацияның контурын анықтайтын нүктелер шартпен орнықты және тұрақсыз болып бөлінеді. Орнықты нүктелерге ұзақ жылдар тұратын (кирпіш, бетон) анық анықталатын имараттар контуры, мысалы, тұрақты тұрғын үй бұрыштары жатады. Анық шекаралары анықталмайтын тұрақсыз контурларға, мысалы, шабындықтар, ормандар, жайылымдар жатады.

Топографиялық планға пландық және биіктік геодезиялық тораптар және түсіру жұмысы жүргізілген тұрақты бекітілген нүктелер бейнелінеді. Арнайы пландарда ситуацияның барлығын көрсепей-ақ керекті объектілердің

ерекше керекті қима биіктігі, контурлардың азаю немесе көбею дәлдіктері ғана көрсетілуіне болады.

Топографиялық түсіруді берілген координаталар жүйесінде белгілі мемлекеттік және инженерлік-геодезиялық тірек тораптары нүктелерінен жүргізеді. Бірақта олардың (торап нүктелерінің) түсіру алаңдарында сирек болуы мүмкін, сондықтан геодезиялық тораптар жиілетіледі, мұны *түсірушілік негіздеме* дейді.

Түсірушілік негіздеме пландық және биіктік геодезиялық тірек пункттерінен дамытылады. Түсіру бөлікшесінің ауданы 1 км^2 –қа дейін болса, түсірушілік негіздеме өз алдына дербес геодезиялық тірек тораптары ретінде жасалынуы мүмкін.

Түсірушілік негіздемені құруда нүктенің пландағы және биіктіктегі орыны бірдей анықталынады. Нүктенің пландық түсірушілік негіздеме тораптарын теодолиттік, тахеометриялық жүрістерді, триангуляция және нешетүрлі қиылыстыру тәсілдеріненен құрылған анатикалық тораптарды құру арқылы салады. Нүктенің биіктік түсірушілік негіздемесін геометриялық және тригонометриялық нивелирлеумен анықтайды.

Нүктелердің түсірушілік негіздемелері жергілікті жерде уақытша қазықтармен, тіректермен, істіктермен, құбырлармен белгіленіп бекітіледі. Егерде нүктелер тұрақты қолданылатын болса, онда тұрақты белгілер қойылады.

Топографиялық пландарды құрастыру үшін анатикалық, мензулалық, тахеометриялық,

аэрофототопографиялық, фототеодолиттік түсіру әдістері, нивелирлеу және жердің жасанды серіктерінің қабылдағыштарының көмектері қолданылады. Жазылған әдістердің қолданылуы түсірудің жағдайына және масштабына байланысты болады.

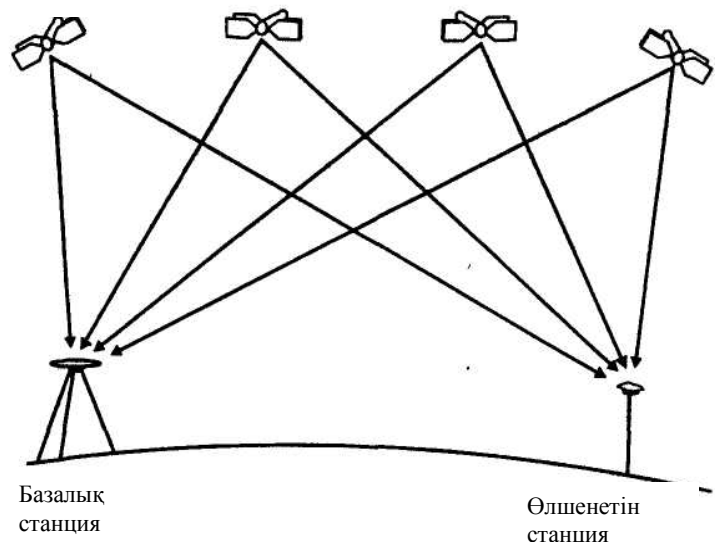
Кәзіргі кезеңде нүктелердің

координаталарын X , Y және биіктігін H , анық

дәлме-дәл жер орбитасында айналып жүрген арнайы геодезиялық жасанды жер серіктерінен берілетін сигналдар бойынша анықталынады.

Геодезиялық, топографиялық жұмыстарда жасанды жер серіктерінен берілетін сигналдарды қабылдайтын қабылдағыштар екіден кем болмауы тиіс. Қабылдағыштың біреуі координаталары белгілі пункттерде (базалық станцияда), екіншісі координаталары анықталатын (өлшенетін станцияға) нүктелерге орнатылады. Осы екі станциядан бір кезеңде бірнеше уақыт ішінде

Жасанды жер
серігі



Сурет 3.5-Жер серіктерімен өлшеу сұлбасы

ең аз дегенде төрт жер серігін (сурет 3.5) бақылай отырып, координаталар өсімшесін анықтауға болады, мұнда базалық станция мен салыстырғанда қателік 5 мм –ден аспайды.

Жер серіктерінің сигналдарын қабылдағыштарды шетел фирмалары: «Аштек» және «Тримбл» АҚШ, «Топкон» Жапония, «Карл Цейсс» Германия, «Лейка» Швейцария, «Геотроникс» Швеция, «Сарсель» Франция және т.б. жасап шығарады. Қолдануға қарапайым және дәл қабылдағыш қатарына «Тримбл» фирмасы жасап шығаратын 4600 LS қабылдағышы жатады. Бұл қабылдағыштың антенасының диаметры 18 см, бір мезгілде бірнеше жер серіктерінен сигналдар қабылдай алады және ЭЕМ автоматтық түрде сигналдарды тіркеу, оларды бөлу және біріші өңдеу жұмыстарын жүргізеді. Өлшеу жұмыстарын ақырғы рет өңдеу арнаулы программалар бойыша жекеленген компьютерлер мен орындалады.

3.1.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Геодезиялық түсіру жұмыстарды жүргізудің негізгі принциптері;
- 2 Геодезиялық тірек тораптар түрлері және олардың не үшін салынып, қалай белгілетіндігі;
- 3 Мемлекеттік геодезиялық және жиілету тораптарының салынуы және олардың не үшін керектігі;
- 4 Топографиялық түсіру және түсірушілік негіздемелерді құру әдістері;
- 5 Жасанды жер серіктері арқылы координаталарды және биіктікті анықтау.

3.2 Теодолиттік және анатикалық түсіру

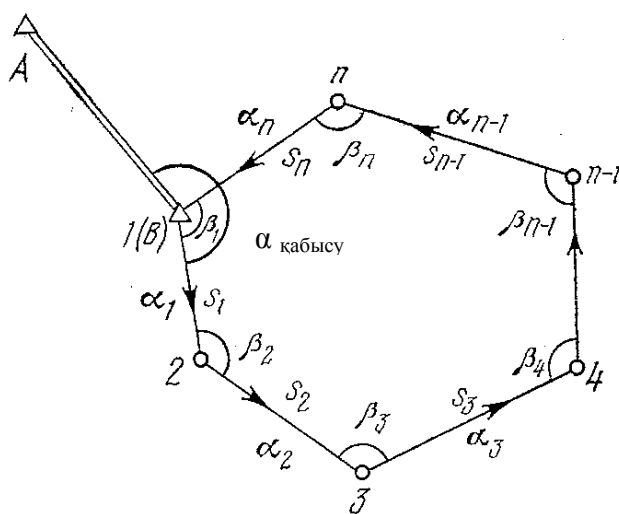
- 3.2.1 Теодолиттік түсірістің мәні және жұмыс тәртібі;
- 3.2.2 Теодолиттік жүрістерді геодезиялық тірек торларының пункттеріне байланыстыру;
- 3.2.3 Жер бетінің ситуациясын түсіру;
- 3.2.4 Теодолиттік түсіру нәтижелерін өңдеу;
- 3.2.5 Теодолиттік түсірістің планын сызу;
- 3.2.6 Анатикалық түсіру әдісі;
- 3.2.7 Сынақтық сұрақтар;
- 3.2.8 Есептік- графикалық жұмыс.

3.2.1 Теодолиттік түсірістің мәні және жұмыс тәртібі

Теодолиттік түсіру деп- жер бетінің тек контурлық планын жасау үшін теодолит және өлшеу лентасының немесе қашықтық өлшеуіш аспаптардың көмегімен орындалатын жұмыстарды айтады. Теодолиттік түсірістер жазық жер бетінде, елді мекенді аймақтарда, құрылыс тау кен өндіріс алаңдарында, теміржол тораптары т.б. жерлерде пландар жасау үшін жүргізіледі. Өлшеу жұмыстары теодолиттік жүрістердің пункттеріне негізделіп жүргізіледі.

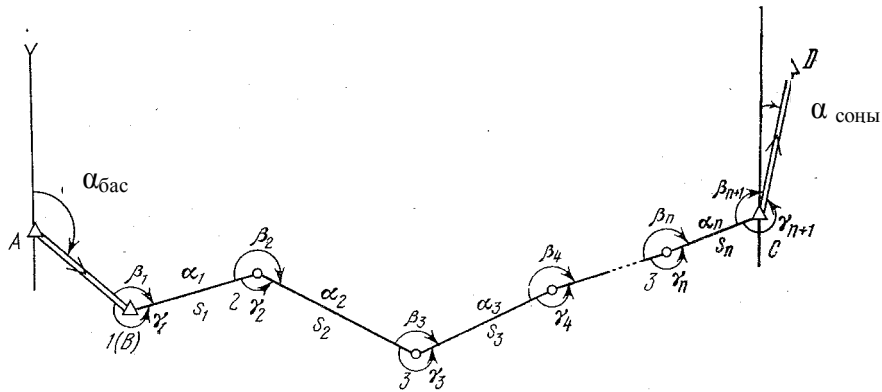
Теодолиттік жүрістер деп –тұйықталған және тұйықталмаған жер бетінде бекітілген сынық сызықтар жүйесінен тұратын полигондарды айтады. Теодолиттік жүрістердің бірнеше түрлері бар:

1. Тұйық жүріс (полигон) –геодезиялық тірек пункттерімен байланыстырылған тұйықталған көп бұрыш (сурет 3.6).



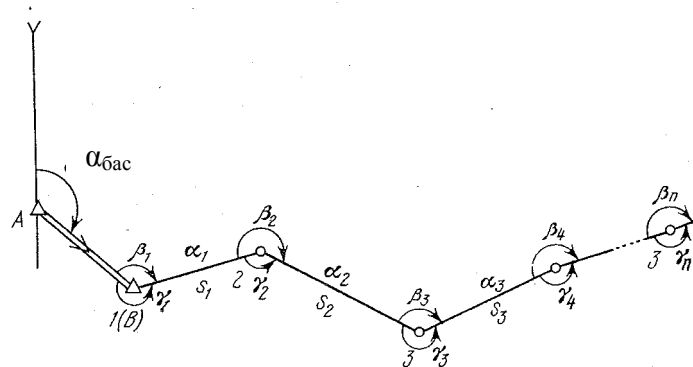
Сурет 3.6-Тұйық жүріс

- 2 Тұйықталмаған жүрістің басы мен аяғы геодезиялық пункттерге байланыстырылады (сурет 3.7).



Сурет 3.7- Тұйықталмаған жүріс

- 3 Бір жағы геодезиялық пунктке байланыстырылған аспалы жүрісте (сурет 3.8). Сынық сызықтардың бір жағы тірек пунктіне кіргізіліп, екінші жағы бос болып келеді..



Сурет 3.8- Аспалы жүріс

Теодолиттік жүріс түрлері түсірілетін жер бетінің ерекшеліктеріне байланысты. Қажет болған жағдайда тұйық жүрістер (полигонның) ішіне диагональдық жүрістерде жүргізіледі.

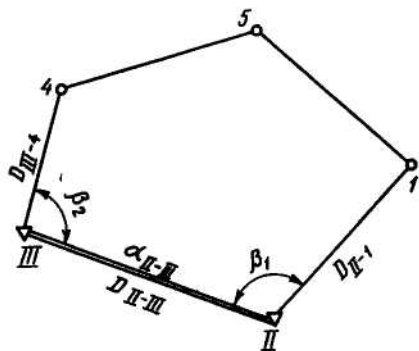
Теодолиттік жүрістерде, горизонталь бұрыштар 2Т-30, 2Т-30М, 3Т30, 3Т5КП және т.б. теодолиттер арқылы толық өлшем көрсеткіштерін алу тәсілімен (ДО және ДС) өлшенеді. Ара қашықтықтар тура және кері бағыттарда екі рет өлшенеді. Өлшеудің барлық нәтижелері арнайы журналдарға жазылып отырылады (кесте 3.3).

Кесте 3.3- Горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы

Стан- ция №	Бақылана- тын нүкте №	Горизонталь дөңгелектегі өлшем көрсеткіші		Жартылай тәсілдегі бұрыш- тың мәні		Бұрыш- тың орташа мәні		Ара қашық- тық, м	Еңіс-тік бұрыш		Ескер- ту
		градус	ми- нут	гра- дус	ми- нут.	гра- дус	ми- нут		гр ад ус	ми- нут	
1	2	3		4		5		6	7		8

3.2.2 Теодолиттік жүрістерді геодезиялық тірек торларының пункттеріне байланыстыру

Теодолиттік жүрісті құруды жергілікті жерді қарап шығудан бастайды. Қарау жұмысында бұрыштарды және ұзындықтарды өлшеуге қолайлы теодолиттік жүрістің нүкте төбелерін және тұстамаларын орнататын жерлер анықталады. Қағида бойынша теодолиттік жүрісті мемлекеттік тораптар нүктелерінің арасына салады. (Мысалы, нүктелер II, III сурет 3.9, В, С сурет 3.7). Теодолиттік жүрістің мемлекеттік тораптардың жоғарғы класс пунктке байланысын геодезиялық *торапқа байланыстыру* дейді.



Сурет 3.9- Теодолиттік жүрісті тұрақты пунктке II-III-ке байланыстыру сұлбасы

Егерде теодолиттік жүріс мемлекеттік тораптарға байланыстырылмаған болса, онда теодолиттік жүрістің 20%-ін темірбетондық белгілермен бекітеді және оларды жергілікті жердегі үш немесе одан артық тұрақты заттармен (тұрғын үй бұрыштарымен, құдықтармен, өсіп тұрған ағаштармен) байланыстырып, ара қашықтықтарын өлшеп көзбен планын суреттейді.

Теодолит жүрісінің нүктелер аралық қабырғаларының ұзындығы топографиялық түсірістің масштабына, аумақтағы салынған құрылыстарға т.б. жағдайларға байланысты 20 метрден 350 метрге дейін болады. Теодолиттік жүріс ұзындықтары топографиялық түсіру жұмыстарының масштабына байланысты болады. Мысалы, түсіру масштабын 1:500 ден 1:1000 кішірейту, теодолит жүрісінің ұзындығын 0,8 км-ден 1,2 км-ге дейін ұзартуға мүмкіндік береді. Егерде түсіру масштабы 1:2000 болса, құрылыс салынған аумақта 2 км-ге дейін, салынбаған аумаққа 3 км-ге дейін теодолит жүрісінің ұзындығын салуға рұқсат етіледі.

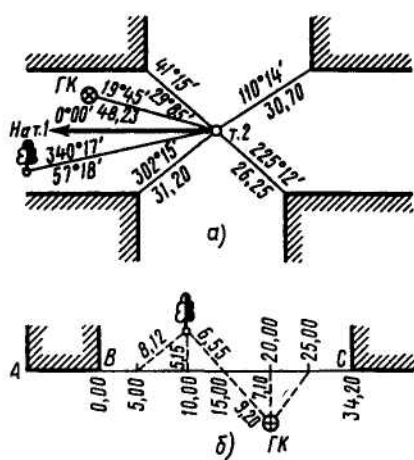
Жер беті ситуацияларын планға түсірудің бірнеше тәсілдері бар. Енді солардың бірнешеуіне тоқтала кетелік.

а) Перпендикуляр тәсілі (тік бұрышты координаталар) жергілікті жер бетінде анықталатын нүктеден теодолит жүрісінің қабырғаларына немесе теодолиттік жүріс нүктесіне дейін (ғимарат қасбетіне немесе ғимарат бұрышына дейін) түсірілген перпендикулярды өлшеу жұмысынан тұрады. Көбінесе бұл тәсіл жолдарды (көше араларын) түсіру жұмыстарында қолданылады. Егерде жолдардың қасбеттен қашықтығы 8 метрден аспаса, онда 1:2000 масштабты, 6 метрден аспаса 1:1000 масштабты, 4 метрден аспаса 1:500 масштабты түсіру жұмыстары жүргізіледі. Егерде перпендикуляр көрсетілген арақашықтықтан артық болса, онда эккерді қолданады немесе өлшеу арқылы перпендикуляр алдын ала белгіленіп бекітіледі. Түсіруде теодолит жүрісінің тұстама сызықтарына теодолит көмегімен болат таспаны жатқызып қашықтықты өлшейді.

б) Түзулік қиылыстыру тәсілі теодолиттік жүріс нүктесінен немесе теодолит жүрісінің қабырғасында жатқан нүктеден анықталынатын объектіге дейінгі қашықтықты өлшеу. Қиылыстыру ұзындығы рулетканың (таспаның) ұзындығынан кем болуы тиіс. Жауапты контурларды түсіргенде (квартал бұрыштарын, тірек ғимараттарын) үшінші түзулік қиылыстыру жүргізіледі. Перпендикуляр тәсілімен түсірудей болат таспаны тұстама түзулеріне жатқызып өлшейді. Таспаның екі нүктесінен тұтас метрлік

жерінен және тең қабырғалы үшбұрыш табаны болатындай етіліп, рулеткамен анықталатын контур нүктелеріне дейінгі арақашықтық өлшенеді..

в) Бұрыштық қиылыстыру тәсілі тікелей қашықтық өлшеу қиын жағдайларда нүктелерді түсіру үшін қолданылады. Нүктенің орыны теодолиттік жүрістің нүктелерінен немесе теодолит жүрісінің қабырғасында жатқан нүктелерден екі бұрышты өлшеу арқылы анықталады. Анықталатын нүктедегі бұрыш мөлшері 30^0 тан 150^0 -қа дейін болуы тиіс.



Сурет 3.11 –Поллюстік координаталар (а) және тұстамалық (б)тәсілімен орындалған түсіріс абристері

г) **Полюстік координаталар тәсілінде** нүктенің орыны түсіру жүрісінің бір қабырғасынан бастап керекті нүктелерге дейінгі горизонталь бұрыштарды және оларға дейінгі арақашықтықтарды өлшеу арқылы тісіреді. Полюстық бұрыштар теодолитпен, ал ұзындықтар қашықтықты өлшеу аспаптарымен өлшеніледі (сурет 3.11,а).

д) **Тұстама әдісі** (өлшеу) теодолит жүрісі қабырғаларының тұстамаларында немесе ғимарат қабырғаларының тұстамаларында жатқан нүктелерді түсіруде қолданады (сурет 3.11,б). бұл тәсіл квартал іштерін түсіруде қолданылады немесе перпендикуляр және түзулік қиылыстыру тәсілдерімен бірге қолданылады

е) **Айналып өту немесе өлшеу тәсілі** ғимараттардың габариттерін жәнеде ғимаратқа ұқсас объектілердің габариттерін өлшеу үшін қолданылады. Мысалы, ғимараттар шығыңқы іргесінен (цоколінен) жоғары жерден өлшеніледі және өлшеу жұмысында қасбеттің барлық архитектуралық шығыңқы жерлері, аркалары, ойықтары т.б. тегіс өлшеніп анықталынады.

Алаңда түсірілген өлшеу нәтижелері абриске түсіріліп, абристі топографиялық планды жасауда қолданады.

3.2.4 Теодолиттік түсіру нәтижелерін өңдеу

Ұзындықты және бұрышты өлшеу нәтижелері өңделеді. Бірінші өңдеуді (далалық тексеру және арықарай есептеудің жарамдылығын бағалау) далалық журналда жүргізеді. Бірінші өңдеуде бір мөлшерді бірнеше қатар өлшеудің орташа мәнін, қателері белгілі бір шектен (мөлшерден) аспайтындығы анықталады, басқа маман қайтадан есептеу жұмысын жүргізеді.

Теодолит жүрісінің өлшеу нәтижесін өңдеу толығымен далалық тексерістен кейін жүргізіледі, нәтижелерін бланк –ведомоске толтырады. Өңдеуге керекті өлшеу нәтижелерінен алынатын деректер: горизонталь бұрыштар, жүріс қабырғаларының ұзындықтары, теодолиттік жүрістің мемелекеттік тораптарға байланысқан нүктелерінің координаталары және қабысу қабырғаларының дирекциондық бұрышы.

3.2.4.1 Өлшенген бұрыштарды өңдеу және есептеу нәтижелері арнайы ведомоста (кесте 3.4) төмендегідей ретпен жүргізіледі. жүргізіледі

а) 3.3-кестесінің 2-ші графасынан нүкте нөмірі, 5-ші графасынан өлшенген бұрыштардың орташа мәндері жазылып алынады да, осы мәндер 3.4-кестесінің 1-ші және 2-ші графасына көшіріліп жазылады.

б) Өлшенген ішкі бұрыштардың қосындысын және бұрыштардың теориялық қосындысын есептейді.

в) Тұйық жүрістің (сурет 3.6);

-өлшенген ішкі бұрыштарының қосындысы мына формуламен анықталады:

$$\Sigma \beta_{\text{прак}} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n ; \quad (3.2.1)$$

- бұрыштардың теориялық қосындысы мына формуламен анықталады:

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^0(n-2) \quad (3.2.2)$$

- өлшенген бұрыштар қосындысы мен теориялық қосындысының айырмашылығын бұрыштық үйлеспеушілік деп атайды. Бұрыштық үйлеспеушілік f_{β} былайша анықталады:

$$f_{\beta \text{ өлшен}} = \Sigma\beta_{\text{прак}} - \Sigma\beta_{\text{теор}} \quad (3.2.3)$$

г) Басымен аяғы геодезиялық пункттерге байланыстырылған тұйықталмаған теодолиттік жүрістің (сурет 3.7);

- бұрыштардың теориялық қосындысы мына формуламен анықталады:

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{бас}} - \alpha_{\text{соңы}} + 180^0n \quad (3.2.4)$$

мұнда, $\alpha_{\text{бас}}$ – теодолиттік жүрістің геодезиялық пункттерге байланыстырылған бастапқы дирекциондық бұрышы, $\alpha_{\text{соңы}}$ – соңғы дирекциондық бұрышы, n - бұрыш саны;

- өлшенген бұрыштарының қосындысының үйлеспеушілігі мына формуламен анықталады:

$$f_{\beta \text{ өлшен}} = \alpha_{\text{бас}} - \alpha_{\text{соңы}} \pm \Sigma\beta_{\text{өлш}} \quad (3.2.5)$$

мұнда, $\Sigma\beta_{\text{өлш}}$ – теодолит жүрісінің өлшенген бұрыштарының қосындысы.

д) есептелген үйлеспеушіліктің шектелген үйлеспеушіліктен аспауы тиіс, шектелген үйлеспеушілік мына формуламен анықталады:

$$f_{\beta \text{ шек}} = 2t \sqrt{n} \quad (3.2.6)$$

мұнда, t - қолданылған аспаптың дәлдігі, n - өлшенетін бұрыштар саны.

е) егер $f_{\beta \text{ өлшен}} \leq f_{\beta \text{ шек}}$ (бұрыштық үйлеспеушілік шектен аспаса), онда бұрыштарды өлшеу сапасының жақсы болғаны. Бұл жағдайда бұрыштық үйлеспеушілік барлық өлшенген бұрыштарға бөлініп,

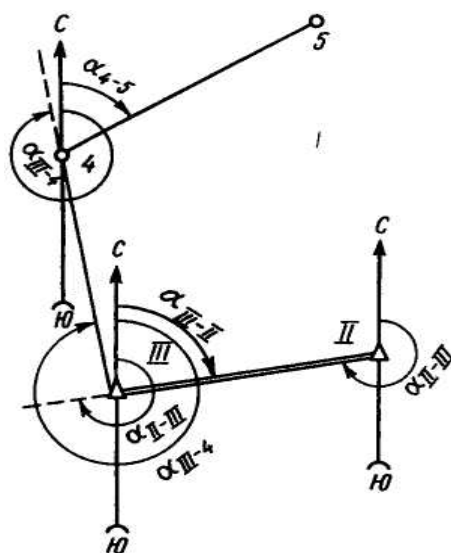
$$v_i = f_{\beta \text{ өлшен}} / n \quad (3.2.7)$$

кері таңбамен (өлшенген бұрыштар көрсеткіштеріне) бұрыштық түзетулер енгізіледі. Егерде барлық бұрыштарға үйлеспеушілікті бірдей бөлу мүмкін болмаса, онда түзету ұзыдығы қысқа қабырғалар арасындағы бұрыштарға енгізіледі. Түзетілген бұрыштарды 3.4-ші кестенің 3-ші графасына толтырады. Өлшенген бұрыштарды өңдеудің дұрыстығын мына формуламен тексеріледі;

$$\Sigma\beta_{\text{түз.}} = \Sigma\beta_{\text{теор}} \quad (3.2.8)$$

Демек, түзетілген бұрыштар қосындысы (кесте 3.4 графа 2) бұрыштардың теориялық қосындысына тең болуы керек.

3.2.4.2 Дирекциондық бұрышты есептеу. Бастапқы қабырғаның белгілі дирекциондық бұрышы мен түзетілген ішкі бұрыштар арқылы полигонның (тұйық жүрістің) немесе тұйықталмаған жүрістің келесі қабырғаларының дирекциондық бұрыштары есептеледі. Есептеу мынандай ережемен жүргізіледі: жүрістің келесі қабырғасының дирекциондық бұрышы, алдыңғы қабырғаның дирекциондық



Сурет 3.12- дирекциондық бұрышты есептеу сұлбасы

бұрышына қосылған 180^0 және алынған жүрістің оң жағындағы горизонтальдық бұрыш (сурет 3.12):

$$\alpha_{///-4} = \alpha_{///-///} + 180^0 - \beta_{///-4} \quad (3.2.9)$$

Егерде жүрісте сол жақтағы бұрыштар өлшенсе, онда:

$$\alpha_{\text{келесі}} = \alpha_{\text{алдыңғы}} + \beta_{\text{түз.}} - 180^0 \quad (3.2.10)$$

Есептеулер соңында бастапқы дирекциондық бұрыш тұйық жүрісте (сурет 3.6) қайтадан шықса немесе дирекциондық бұрышты есептеу $\alpha_{\text{бас}}$ басталып, есептеудің ең соңында ақырғы қабырғаның дирекциондық бұрышы $\alpha_{\text{соңы}}$ шықпаса, онда бұрыштарды үйлестірудің және дирекциондық бұрыштарды есептеудің дұрыс болмағандығы.

Есептелген дирекциондық бұрыш көрсеткіштері 3.4-ші кестенің 4-ші графасына толтырылады.

Кесте 3.4-Координаталарды есептеу ведомосі

Жү- ріс төбел ері- нің нө- мірі	Горизонт.бұрыштар				Дирек- цион- дық бұрыш тар	Румб		Түзу- дің жа- зық- тықта ғы проек ция- лары	Кординаталар өсімшелері				Коор- дина- талар						
	өлшенген		түзетілген			аты	Град. Мин		Есептел- ген		Түзетіл- ген		± х	±у					
Град	Мин	Град	Мин			±Δх	±Δу												
1	2		3		4	5		6	7		8		9						
1					-----	-----		-----	-----	-----	-----								
2																			
3																			
4																			
5																			
1					-----	-----		-----	-----	-----	-----								
Σβ _н																			
Σβ _т																			
f _β																			
f _{βшек}																			

3.2.4.3 Табылған дирекциондық бұрыштың көрсеткіштеріне сәйкес румбтар (таблицалық бұрыштар) есептеледі. 3.5-ші кестеде дирекциондық бұрыш пен румбтың өзара байланысы көрсетілген.

Румбтың мәндері есептеліп (кесте 3.5-гі формула арқылы) өздеріне сәйкес дирекциондық бұрыштардың қатарына 3.4-ші кестенің 5-ші графасына жазылады.

Кесте 3.5- Дирекциондық бұрыш пен румбтың өзара байланысы

Дирекциондық бұрыштар, α	$0^0 \dots 90^0$	$90^0 \dots 180^0$	$180^0 \dots 270^0$	$270^0 \dots 360^0$
Ширектер, бағыттар	1 СШ(солтүстік шығыс)	2 ОШ(оңтүстік шығыс)	3 ОБ(оңтүстік батыс)	4 СБ(солтүстік батыс)
Рубтар, r	$r = \alpha$	$r = 180^0 - \alpha$	$r = \alpha - 180^0$	$r = 360^0 - \alpha$

3.2.4.4 Түзулердің жазықтықтағы проекцияларын есептеу. Өлшенген ұзындықтарды (2 нүкте арасындағы қашықтықты) өңдеу кезінде олардың жазықтықтағы проекциялары d мына формуламен анықталады;

$$d = D - \Delta d_h, \quad (3.2.11)$$

мұнда, D - өлшенген жүріс қабырғасының ұзындығы, Δd_h - өлшенген ұзындыққа горизонтқа көлбеулігі үшін арнайы таблицада табылатын түзетпе немесе егер көлбеу бұрыш $v < 10^0$ мына формуламен анықтауға болады;

$$\Delta d_h = D/2 \sin^2 v \quad (3.2.12a)$$

Егер көлбеу бұрыш $v > 10^0$ болса онда;

$$\Delta d_h = 2D \sin^2 v/2 \quad (3.2.12)$$

Нүкте араларындағы түзулердің жазықтағы проекциялары 3.4-ші кестенің 6-шы графасына толтырылған. Осы графадағы сандар бір-біріне қосылып, теодолит жүрісінің қосындысы есептеледі (Σd).

3.2.4.5 Координаталар өсімшелерін есептеу. Координаталар өсімшелері тура геодезиялық есеп формулалары арқылы есептеледі;

$$\Delta X = d \cos \alpha \quad (3.2.13)$$

$$\Delta Y = d \sin \alpha \quad (3.2.14)$$

Мұнда, α - дирекциондық бұрыш

Координата өсімшелері ΔX және ΔY –терді тригонометриялық функциялардың натуралдық таблицалары, координаталар өсімшелерінің таблицалары немесе электрондық есеп машиналарының көмегімен анықтайды. Таблицамен жұмыс істегенде дирекциондық бұрыштардан кері румбтарды пайдаланған ыңғайлы. Онда 3.2.13, 3.2.14 формулалары төмендегі түрге келтіріледі;

$$\Delta X = d \cos r \quad (3.2.15)$$

$$\Delta Y = d \sin r \quad (3.2.16)$$

Мұнда, r - румб

Румбтың қай ширекте жатқанына байланысты 3.6- кестесіне сәйкес ΔX пен ΔY –тің таңбалары анықталады.

Координаталар өсімшелері	Ш и р е к т е р			
	I-СШ	II-ОШ	III-ОБ	IV -СБ
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Егерде полигон тұйық болса (сурет 3.6) координаталар өсімшелерінің қосындысы нольге тең болуы қажет.

$$\sum \Delta X_{\text{теор.}} = 0; \quad \sum \Delta Y_{\text{теор.}} = 0$$

Егерде полигон тұйықталмаған болса (сурет 3.7) координаталар өсімшелерінің қосындысы: $\sum \Delta X_{\text{теор.}} = X_{\text{соңы}} - X_{\text{басы}}$; $\sum \Delta Y_{\text{теор.}} = Y_{\text{соңы}} - Y_{\text{басы}}$

Дегенмен, бұрышты және ұзындықты өлшеу кезінде шарасыз жіберілген қателер салдарынан ΔX пен ΔY –тің қосындылары нөлге тең болмай, координата өсімшелерінің қателері деп аталатын f_x және f_y шамаларына тең болып келеді,

А) тұйық полигонда

$$f_x = \sum \Delta X; \quad f_y = \sum \Delta Y \quad (3.2.17)$$

Бұл қателер салдарынан полигон тұйық болмай ажыратылады. Ажыратылған кесіндінің шамасын полигонның абсолюттік ұзындық үйлеспеушілігі ($f_{\text{абс}}$) деп атайды. Бұл шаманы төмендегі формула арқылы анықтайды

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (3.2.18)$$

Абсолюттік қате теодолиттік жүріс периметріне пропорционалды болып келеді, яғни қашықтық ұзын болса, оған сәйкес абсолюттік қате шамасы да үлкен болады. Осыған байланысты теодолиттік жүрістер дәлдігін абсолюттік қатенің периметрге қатынасы арқылы бағалайды, яғни салыстырмалы қате ($f_{\text{салыст}}$) төменгі формула арқылы анықталады

$$f_{\text{салыст}} = f_{\text{абс}} / \sum d = \frac{1}{\sum d / f_{\text{абс}}} = \frac{1}{N} \quad (3.2.19)$$

Мұнда, $\sum d$ – полигонның периметрі, $\frac{1}{N}$ – шектелген қателік.

Есептелген салыстырмалы қате жердің рельефіне байланысты категориялық шектерден аспаса, онда координаталар өсімшелерінің қателері f_x пен f_y горизонталь проекцияларға пропорционал етіп бөледі

$$\delta_{xi} = - (f_x / \sum d) d_i, \quad \delta_{yi} = - (f_y / \sum d) d_i \quad (3.2.20)$$

мұнда, δ_{xi} және δ_{yi} – координата өсімшелерінің түзетулері.

Есептелген координата өсімшелері және δ_x мен δ_y арқылы түзетілген өсімшелерді анықтап, оларды ведомостің (кесте 3.4) 8-ші графасына жазады.

Түзетілген координата өсімшелерінің қосындысы нольге тең болуға тиіс,

$$\sum \Delta X_{\text{түз.}} = 0; \quad \sum \Delta Y_{\text{түз.}} = 0;$$

Б) Тұйықталмаған теодолиттік жүрісте (сурет 3.7) координаталар өсімшелерін анықтау тұйықталған полигондағы жолмен жүргізіледі, ал f_x және f_y төменгі формулалар арқылы анықталады;

$$f_x = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{\text{теор}}; \quad f_y = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{\text{теор}} \quad (3.2.21)$$

мұнда, $\sum \Delta X$, $\sum \Delta Y$ – есептелген координаталар өсімшелерінің қосындылары, $\sum \Delta X_{\text{теор}}$, $\sum \Delta Y_{\text{теор}}$ – координаталар өсімшелерінің теориялық қосындылары, олар мына формулалар арқылы анықталады;

$$\sum \Delta X_{\text{теор}} = X_{\text{соңы}} - X_{\text{басы}}; \quad \sum \Delta Y_{\text{теор}} = Y_{\text{соңы}} - Y_{\text{басы}} \quad (3.2.22)$$

3.2.4.6 Пункттер координаталарын есептеу. Теодолиттік жүрістер пункттердің координаталары алдыңғы пункт координаталарына келесі пункт координаталарының түзетілген өсімшелерін қосқанға тең. 3.9. –суретте көрсетілгендей нүктелердің координаталары:

$$\begin{aligned} X_4 &= X_{III} + \Delta X_{III-4} & Y_4 &= Y_{III} + \Delta Y_{III-4} \\ X_5 &= X_4 + \Delta X_{4-5} & Y_5 &= Y_4 + \Delta Y_{4-5} \end{aligned} \quad (3.2.23)$$

$$\begin{aligned} \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ X_{II} &= X_1 + \Delta X_{1-II} & Y_{II} &= Y_1 + \Delta Y_{1-II} \end{aligned}$$

Ақырғы көрсеткіштер X_{II} , Y_{II} есептеулердің дұрыс болғандығын тексереді.

Тұйықталмаған жүрістерде пункттер координаталарын есептеу 3.2.23 формуласына сәйкес жүргізіледі, ең соңында ақырғы пункттің координаталары $X_{\text{соң}}$, $Y_{\text{соң}}$ шықса, онда өлшеулердің дұрыс жүргізілгендігі.

Қазіргі кезде нүктелердің координаталарын есептеу компьютермен орындауға болады.

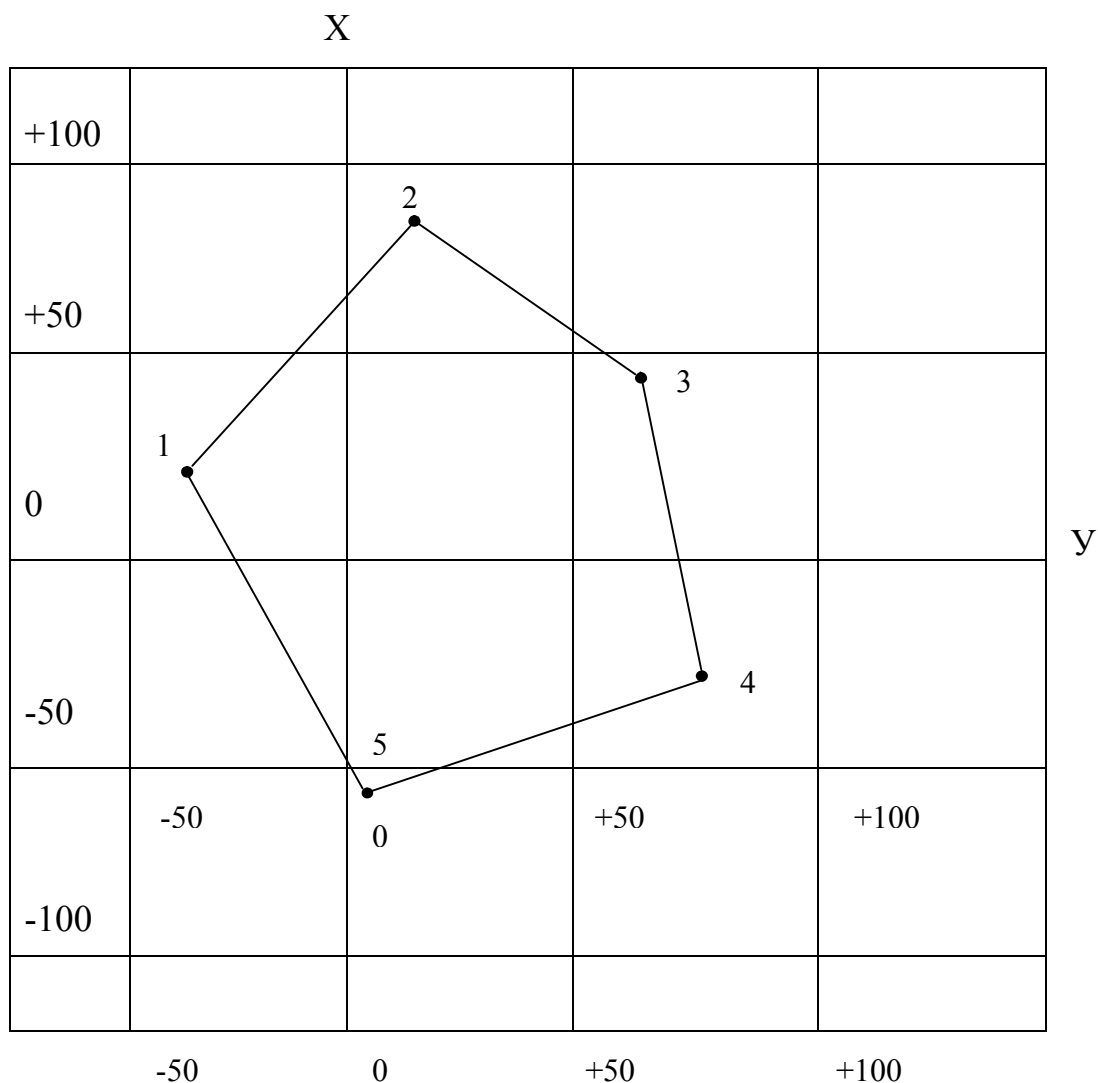
3.2.5 Теодолиттік түсірістің планын сызу

Теодолиттің түсірістің планын сызу ақ қағазға өшемі 60x70 см немесе мм-лік қағазға қабырғалары 10 см квадраттардан тұратын координаталар торын құрудан басталады.

Сызылатын планның дәлдігі координаттық тордың дұрыс құрылуына тікелей байланысты, сондықтан торды сызу арнаулы аспаптар арқылы (болат сызғыш, өлшегіш-циркуль, қатты қарындаш 2Т, 4Т) мұқият түрде жүргізіледі.

Координаталық торды құру үшін X және Y осьтері бойынша неше квадрат қажет екендігі есептелінеді (9-ыншы графадан).

$$\begin{aligned} \text{Мысалы:} \quad X_{\min} &= -138.80 \text{ м.}; & Y_{\min} &= -42.80 \text{ м.}; \\ X_{\max} &= 100 \text{ м.}; & Y_{\max} &= 241.58 \text{ м.}; \end{aligned}$$



Сурет 3.13

4

Квадраттар өлшемі 10x10 см болса, планның масштабы 1: 1000, сондықтан жер бетіндегі ұзындық $10 \times 1000 = 10000$ см = 100м, енді координаталық торладың санын есептеп шығаруға болады.

$X_{\min} = -138,80 : 100 = 1,5$ тор (клетка) нөльден төмен (оңтүстік бағытта) $Y_{\min} = -42,80 : 100 = 0,5$ тор нөльден солға (батыс бағытында)

$X_{\max} = 100 : 100 = 1,0$ тор нөльден жоғары (солтүстік бағытта) $Y_{\max} = 241,58 : 100 = 2,5$ тор нөльден оңға (шығыс бағытында)

6.2 Квадраттың басқы нүктесі анықталады (сурет 3.13, 0-нүктесі). Егер квадраттар ақ қағазға салынса, квадраттардың диагональдарын өлшеу арқылы оның дұрыс салынғандығын тексеру қажет.

1.3 Полигон төбелерінің координаталары (9 графа көрсеткіштері бойынша “кесте-2.2”) белгіленіп олардың төбелері қосылады.

1.4 Полигон қабырғаларының қашықтық проекциялары, ішкі бұрыштар өлшеніледі. Егер полигон дұрыс салынса, кестедегі көрсеткіштер шығуы тиіс.

1.5 Полигон сызылып болғаннан кейін полгон ішіне ситуациялар салынады.

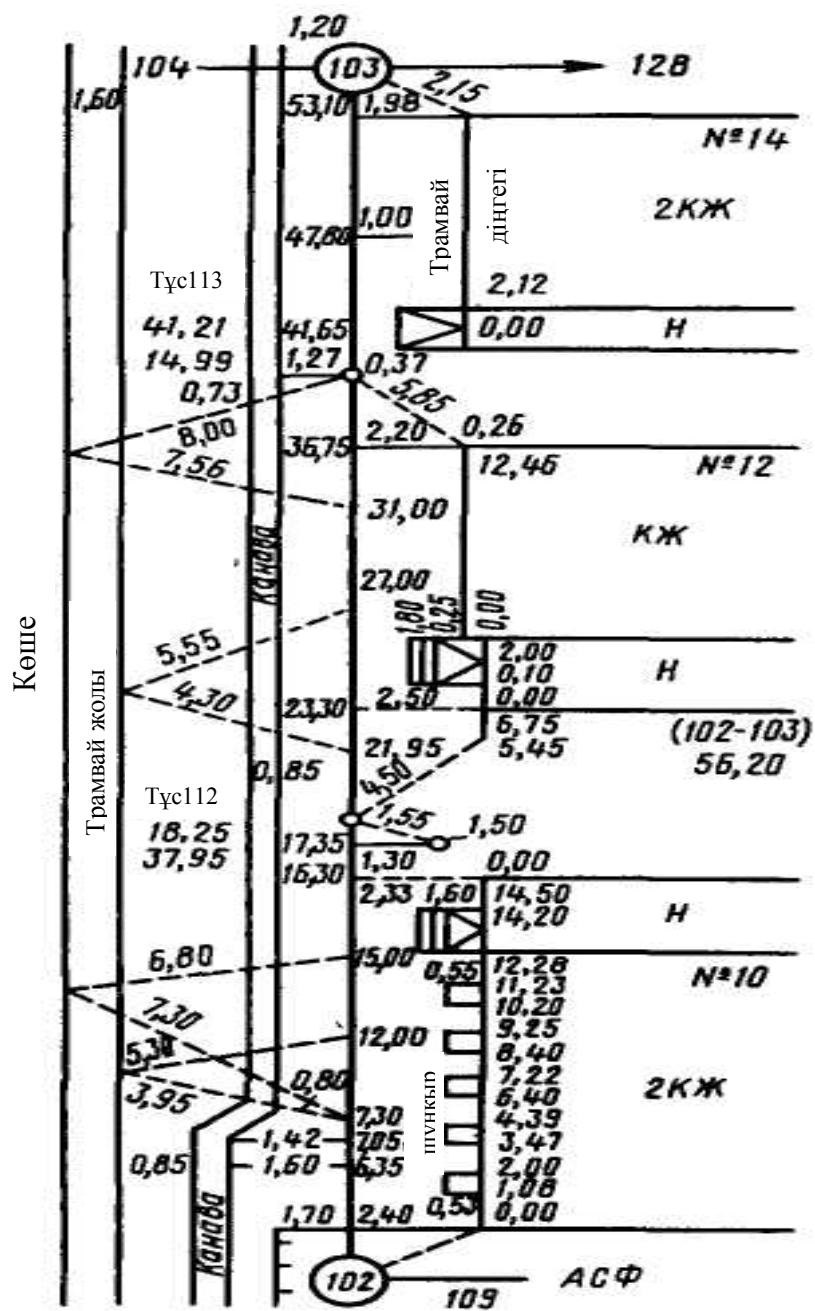
3.2.1 Анатикалық түсіру әдісі

Горизонтальдық түсіруді 1:2000, 1:1000 және 1:500 масштабтарда орындайды. Ғимарат қасбеттері, жол бойы жағдайлары, квартал (зауыт) ішіндегі құрылыстар және ситуациялар түсіруге жатады. Түсіруді теодолит жүрісінің түсірушілік негіздеме нүктелерінен және түзулерінен жүргізеді. Түсіру нәтижесін сызба-абрис сұлбаларында суреттейді (мысалы, сурет 3.14). Бұл сұлбада жергілікті жердегі барлық контурлар, заттар суреттеледі (мысалы, трамвай жолы, шұңқырлар, транвай дінгегі, ғимараттар т.б.). Абрис тығыз қағазға, ерікті масштабта, шартты белгілерді сақтай отырып салынады. Түзуді сызғышпен, қисықтарды қолмен сызады. Ситуацияны жуан сызықтарпен, қосымша өлшемдерді жіңішке сызықтармен сызады. Перпендикулярлар және қиылыстыруларды пунктир немесе жіңішке сызықтармен сызып, олардың ұзындықтарын сызықтың орташенінің астына немесе үстіне жазады. Түсіру жүрісінің бойындағы ұзындықтарды перпендикулярдың астына немесе қиылыстырулардың қарсысына арақашықтықтар бір-біріне қосылып, өскен ұзындықтары көрсетіледі. Қасбеттерді өлшегенде олардың өлшемдерін қасбет сызықтарына перпендикуляр етіп жазады. Қасбетте нөлдік биіктікті сенімді нүктеден алып, басқадай биіктік көрсеткіштерін, осы нөлдік биіктіктен бастап биіктіктер бір-біріне қосылып көрсетіледі. Аралық өлшемдер жақшаның ішіне алынады.

Пландық түсіру жұмыстары ***перпендикуляр, түзулік қиылыстыру, айналып өту немесе өлшеу, бұрыштық қиылыстыру, полюстік координаталар, тұстама әдісі*** сыяқты орындалу тәртібі жоғарыда жазылғандай бірнеше тәсілдермен орындалады.

Нивелирлеуді (биіктік түсіруді) биіктік негіздемеден бастайды. Нивелирлеу түсу масштабына байланысты жүргізіледі. Егерде түсіру масштабы 1:2000 болса әрбір 50 метрден, түсіру масштабы 1:500 болса әрбір 20 метрден нивелирлеп нүктелердің биіктіктері анықталады.

Нивелирлеу жұмыстарында нивелир мен рейканың арақашықтығы 150 метрден аспауы тиіс. Пандағы пикеттердің орнын жер бедері жағдайына қарай анықтайды. Көшелерді (жолдарды) рулетка мен өлшеніп белгіленген (20...40м) нүктелерін нивелирлейді. Көлденең нивелирлеу арқылы ғимараттардың қасбеттік түзулерінің биіктіктері, бардюлердің, тротуарлардың, көше остерінің т.б. ерекше нүктелердің биіктіктері өлшеніліп абриске және планға салынады.



Сурет 3.14-Сызба- абрис

3.2.7 Сынақтық сұрақтар

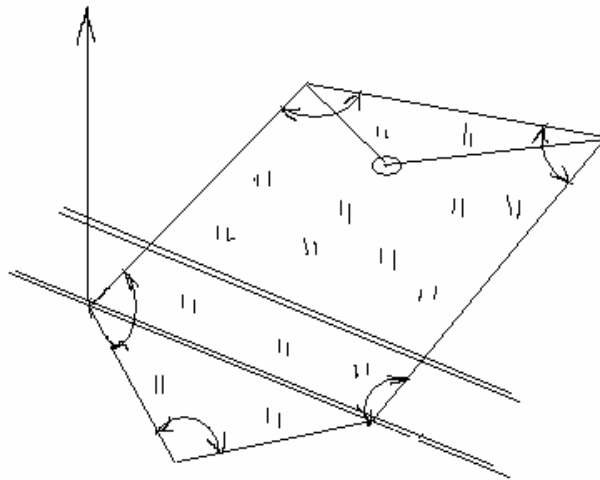
- 1 Теодолиттік түсірістің мәні және жұмыс тәртібі туралы не білесің?
- 2 Теодолиттік жүрістерді геодезикалық тірек торларының пункттеріне қалай байланыстырылады?
- 3 Жер бетінің ситуациясы қалай түсіріледі?
- 4 Теодолиттік түсіру нәтижелері қалай өңделеді?
- 5 Теодолиттік түсірістің планын сызу қалай жүргізіледі?
- 6 Аналикалық түсіру әдісі қалай жүргізілетіндігі?.

3.2.8 Есептік -графикалық жұмыс

Тақырыбы: Теодолиттік жүріс

Мақсат: Өлшеу дәлдіктерін бағалау, құрылыс алаңының негіздеу нүктелерінің координаттарын есептеу, құрылыс алаңының топографиялық планын салу.

Тапсырма: Теодолиттік жүріс арқылы жер бөлікшесінде пландық негіз салынған (3.15 сурет)



Сурет 3.15-Теодолиттік жүрістің абрисы

Бұрыштардың және ұзындықтардың өлшенілген көрсеткіштері кесте 1.1-де нұсқалар (варианттар) арқылы берілген. Нұсқалар (варианттар) көрсеткіштері сынақ кітапшасының соңғы нөмір санымен, ал дирекциондық бұрыш көрсеткіші соңғы екі нөмір санымен анықталады.

Кесте 1.1

№ вар.	Координаталар		Қашықтықтың жаықтық проекциясы				
	X, м	Y, м	D ₁₋₂ , м	D ₂₋₃ , м	D ₃₋₄ , м	D ₄₋₅ , м	D ₅₋₁ , м
1	100	210	87,11	98,31	159,97	92,16	72,61
2	200	220	121,1	95,2	132,76	94,8	114,9
3	300	230	131	136	112,6	109,92	122
4	400	240	115,07	113,05	120,96	104,36	132,99
5	500	250	110,67	105,5	97,71	97,39	102,5
6	600	260	159,97	92,16	72,61	87,11	98,31
7	700	270	132,76	94,8	114,9	121,1	95,2
8	800	280	112,6	109,92	122	131	136
9	900	290	120,96	104,36	132,99	115,07	113,05
10	0	0	97,71	97,39	102,5	110,67	105,5

Кесте 1.1-дің жалғасы

№ вар	Өлшенген горизонтальдық ішкі бұрыштар				
	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
1	82°58'30''	154°47'	67°45'	79°48'	154°42'
2	130°30'	105°12'30''	85°32'	151°11'	67°35'30''
3	82°24'30''	120°24'	94°34'	111°14'30''	131°24'
4	82°04'	123°22'30''	109°32'	92°35'	132°27'30''
5	80°40'30''	112°20'	115°40'	86°50'30''	144°30'
6	67°45'	79°48'30''	154°42'	82°58'30''	154°47'
7	85°32'	151°11'	67°35'30''	130°30'	105°12'30''
8	94°34'	111°14'30''	131°24'	82°24'30''	120°24'
9	109°32'	92°35'	132°27'30''	82°04'	123°22'30''
10	115°40'	86°50'	144°30'	60°40'	112°20'

Кесте 1.1-дің жалғасы

Дирекциондық бұрыш					
Вар	α_{1-2}	Вар	α_{1-2}	Вар	α_{1-2}
1	10°01'	11	110°11'	21	210°21'
2	20°02'	12	120°12'	22	220°22'
3	30°03'	13	130°13'	23	230°30'
4	40°04'	14	140°14'	24	240°25'
5	50°05'	15	150°15'	25	250°26'
6	61°00'	16	160°16'	26	270°27'
7	71°00'	17	170°17'	27	280°28'
8	81°20'	18	180°18'	28	290°29'
9	91°30'	19	190°19'	29	300°31'
10	100°10'	20	200°20'	30	310°32'

Осы берілген көрсеткіштер бойынша:

1. Өлшенген бұрыштарды өңдеу;
2. Дирекциондық бұрыштарды есептеу;
3. Координаталар өсімшелерін есептеу;
4. Пункттердің координаталарын есептеу;
5. Теодолиттік жүрісінің планын сызу.

3.3 Тахеометриялық түсіру

- 3.3.1 Тахеометриялық түсірудің маңызы;
- 3.3.2 Тахеометриялық түсіру кезіндегі пайдаланатын аспаптар;
- 3.3.3 Тахеометриялық жүрісті теодолит пен орындау. Станциядағы жұмыс реті, далалық журналды толтыру мен абристы салу;
- 3.3.4 Тахеометриялық түсірудің нәтижелерін өңдеу
- 3.3.5 Тахеометриялық түсіруді автоматтандыру;
- 3.3.6 Сынақтық сұрақтар;
- 3.3.7 Есептік -графикалық жұмыс.

3.3.1 Тахеометриялық түсірудің маңызы

Тахеометриялық түсіру шақты құрылыс салынған және салынбаған алаңдарда, жол және т.б коммуникациялар салынатын жер бойының жіңішке алқаптарында топографиялық пландар жасау және жергілікті жердің цифрлық моделін жасау үшін жүргізілетін негізгі түсіру жұмысы. Тахеометриялық түсірісте жер бетінің топографиялық планы тік және жазық бұрыштарды, сонымен қатар ара қашықтықтарды өлшеу арқылы салынады. Тахеометрия гректің «жылдам өлшеу» деген сөзінен алынған. Жылдам өлшеу деп айтатын себебіміз, бұл түсіруде нүктенің пландық және биіктік орны, аспапты нүктеде тұрған рейкаға бір рет бағыттағанда-ақ анықталады. Мысалы, С нүктесінің топографиялық пландағы орнын анықтау үшін теодолит арқылы бастапқы А нүктесінен салыстырғандағы жазық бұрышын β , қашықтығын және көлбеу бұрышын ($S.v$). өлшеу қажет

Түсіруді кез келген геодезиялық тірек немесе түсіру тораптарынан бастап жүргізеді. Түсірулік торап теодолитті- нивелерлік жүрістер арқылы құрылуы мүмкін, мұнда теодолиттік жүріс нүктелерінің биіктіктерін геометриялық нивелирлеумен анықтайды. Көпнесе түсіруге тахеометриялық жүріс қолданылады, басқа жүрістерден айырмашылығы жүрістің барлық элементері (бұрыштар, арақашықтықтар, биік айырымдар) теодолитпен немесе автомат тахеометр мен анықталады. Мұнда тахеометриялық жүрісті салумен қатар, түсіру жұмысын бірге жүргізеді. Тахеометриялық түсірудің басқадай топографиялық түсірулерден ерекшелігі осында.

Тахеометриялық түсіріс пункттеріне 1,2,3,4 кластық пландық және биіктік торларының, жиілету және түсіру торларының пункттері жатады. Әдетте түсіруге биіктіктері геометриялық не тригонометриялық нивелирлеу тәсілімен анықталған теодолиттік жүрістердің пункттері негіз болады.

Жердің рельефімен заттардың контурларына байланысты негізгі түсіру пункттері арасына тахеометриялық жүрістер нүктелері бекітіледі. Тахеометриялық жүрістер түсіру толарын жиілету үшін қажет. Бұл жүрістерде бұрыштар толық есеп алу тәсілімен, ал ара қашықтықтар салыстырмалы қатесі 1: 1 000-нан аспайтын дәлдікте лентамен өлшенеді. Тахеометриялық жүрістерді өлшеу жұмыстары аяқталған соң жердің рельефімен ситуациясы түсіріледі. Теодолит- тахеометр орнатылған

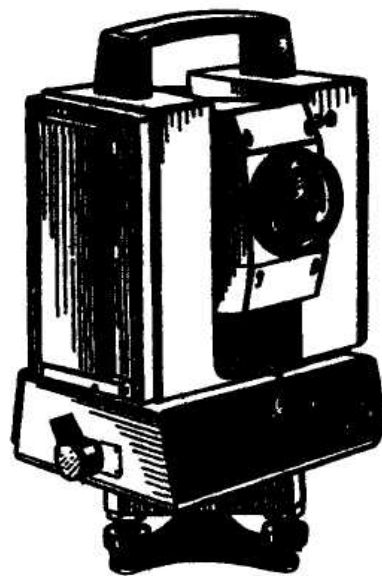
станцияның айналасындағы ерекше көзге түсетін рельефтің, контурлардың нүктелері белгіленеді. Түсірілетін нүктелердің барлығына рейка қойылады, сондықтан оларды рейкалық нүктелер деп атайды.

3.3.2 Тахеометриялық түсіру кезіндегі пайдаланатын аспаптар

Жоғарыда көрсетілгендей тахеометриялық түсіруде теодолит, нивелир және тахеометр аспаптары қолданылады. Теодолит, нивелир аспаптарымен арнаулы тарауларда танысып өтуімізге байланысты кәзіргі кезеңде жаңадан шыққан геодезиялық өлшеу аспаптары және жүйелерімен танысып өтейік. Кәзіргі кезеңдегі жоғарғы дәлдікте және жұмысты тез орындауға мүмкіндік беретін аспаптар қатарына барлық өлшеу жұмыстарын автоматты түрде жүргізетін аспаптар жатады. Мұндай өлшеуіш аспаптар өзімен бірге орналасқан есептеуіші және есте сақтау құрылғылары мен жабдықталған. Бұл құрылғылар өлшеу нәтижелерін тіркеу және сақтау арқылы кейіннен ЭЕМ-мен өңдеуге мүмкіндік береді. ЭЕМ-нің бесінші ұрпағы компьютердің ойшылдығын (ақыдылығын) арттыруды болжайды, яғни арнаулы мамандандырылмаған адамдар да қарапайым тілде, сонымен қатар сөйлеу арқылы да осы аспапты қолдануына мүмкіндік туады. Топографтық – геодезиялық ақпараттарды сөзбен енгізу далада жұмыс істегенде орындаушының жұмысын жеңілдетеді және оның қателесуін азайтады.

Топографиялық түсіру және басқа да далада істелетін инженерлік-геодезиялық жұмыстарды автоматтандыру үшін, жоғарғы дәлдіктегі электрондық тахеометрлер жарыққа шыққан. Электрондық тахеометр кодтық теодолитке негізделген бұрышты өлшеу бөлшегімен, жарық қашықтық өлшеуішпен және орнатылған ЭЕМ-мен жабдықталған. Бұрышты өлшеу бөлшегімен горизонталь және вертикаль бұрыштар, жарық қашықтық өлшеуішпен-арақашықтық анықталады, ал ЭЕМ аспапты басқаруды, өлшем нәтижелерін тексеруді және оны сақтауды қамсыздандырады, әртүрлі геодезиялық есептерді шешеді. Мысал ретінде, Ресейде жасалынатын *Ta3M* және *3Ta5* электронды тахеометрлерді келтіруге болады. *Ta3M* (сурет 3.16) аспабымен горизонтальдық бұрышты $4''$ -тік қателікпен, зениттік қашықтықты $5''$ -тік қателікпен, еңістік қашықтықты 10 мм-лік қателікпен; горизонтальдық жатысты; биік айырым немесе биіктікті; координаталар өсімшесін немесе көзделетін нүктелердің биіктіктерін анықтайды.

Аспап төрт режимде жұмыс істеуі мүмкін: *жсекелей, жартылай-автоматтандырылған, автоматтандырылған және қадағалау*



Сурет 3.16
Электрондық
тахеометр Та-3М

режимінде. Геодезиялық есептер жердің қисықтығы мен рефракцияны, ауа температурасы мен қысымын, аспап штативі мен шағылыстырғыштың биіктік айырымын ескере отырып шығарылады.

Бұрыштық өлшем туралы ақпарат гондық немесе бұрыштық көрсеткіштермен беріледі. Аспаптың бұрышты бергіші (датчигі)- кодты, жинақтаушы типті. Тахеометрдің комплектіне шағылыстырғыш, штативтер, тоқ көзі, зарядтық - разрядтық құрылымы, аспапты тексеру мен түзету және күту үшін қолданылатын саймандар жатады.

Тахеометр *Ta3M* түнде жұмыс жүргізуге арналған электржабдықтарымен қамсыздалынған. Цифрлық таблоға берілетін ақпарат тахеометрдің еске сақтаушы құрылымына немесе сыртқы жинақтаушы құрылымына беріледі.

Тахеометр *3Ta5*- дің техникалық мінездемесі: горизонтальдық бұрышты өлшеу қателігі $5''$, зениттік қашықтықты өлшеу қателігі $7''$, еңістік қашықтықты өлшеу қателігі $(5+3D \text{ км})$ мм.

Шетел фирмалары (АҚШ, Германия, Швеция, Жапония т.б.) әртүрлі дәлдіктегі электрондық тахеометрлер жасап шығарады: бұрышты өлшеу қателіктері $0,5''$ -тан $20''$ -қа дейін, қашықтықты 2-ден 10 мм-ге дейін, бақылау нәтижелерінің 10000 нүктеге дейін ішкі еске сақтаулылығы қамтамасыз етілген.

Роботталған электронды тахеометрлер де қолданылады , мысалы, «Геотроникс» (Швеция) фирмасы шығаратын «Геодиметр 640» тахеометрі берілген бағдар бойынша шағылыстырғыштарды өз бетімен табады, оларға дейінгі қашықтықтарды, горизонтальдық және вертикальдық бұрыштарды өлшейді, әрбір шағылыстырғыштардың координаталарын есептеп шығарады. Карьерлерде осы аспаптардың көмегімен карьер жағалауларының өзгерістері анықталынады.

3.3.3 Тахеометриялық жүрісті теодолитпен орындау. Станциядағы жұмыс реті, далалық журналды толтыру мен абристы салу;

Тахеометриялық жүріс станцияларында теодолитпен жұмыс жүргізу мынандай ретпен жүргізіледі.

Бірінші ретте түсіру жүрісін салу үшін жүргізілетін өлшеу жұмыстарын орындайды. Ол үшін теодолитті нүкте төбесіне қойып, жұмыс бабына келтіріледі. Жүрістің көршілес нүктелер төбелеріне нивелирлік рейкалар қойылады. Бір толық тәсілмен горизонталь бұрыштар өлшеніледі. Вертикаль дөңгелектің екі жағдайында (ДО, ДС) жүрістің көршілес нүктелерінің вертикаль бұрыштары өлшеніледі. Теодолиттің қылжіпті қашықтық өлшеуішімен көршілес нүктелердің арақшықтығы анықталынады. Аспаптың биіктігі өлшеніледі.

Әрі қарай түсіру жұмысына кіріседі. Ол үшін бірінші ретте дөңгелекті сол жаққа (ДС) қойып, лимбті бұрынғы (болып өткен) нүктеге бағдарлайды. Ол үшін алидаданың нөлін лимбтің нөлімен келістіреді де алидаданы бекітіп, лимбті айнадыру арқылы көру дүрбісін бағдарланған нүктеге келтіреді.

Содан кейін лимбті бекітіп алидаданы айналдыру арқылы дүрбіні түсірілетін пикеттерге (нүктелерге) рейкаларды қойып, дөңгелектің бір жағдайында, олардың горизонталь және вертикаль бұрыштары, қашықтық өлшеуішпен арақашықтықтар өлшеніледі. Егерде түсіру пикеттері тек қана контурлық нүкте болса, вертикаль бұрыштар өлшенілмейді.

Өлшеу нәтижелері тахеометриялық түсіру журналына жазылады (кесте 3.3.1).

Түсіру пикеттеріне планда ситуациялар мен жер бедерлерін (рельефтерді) бейнелеуге ыңғайлы орнындар таңдалынып алынады. Пикеттер орындары барлық ерекше жер бедерінің нүктелерінде, сызықтарында (таудың төбелерінде және етектерінде, қазаншұңқырлар мен жыралардың түптеріне және жиектеріне, суайрықтарға және тальвегтерге, өзектерге және кезеңдерге т.б.) қойылады. Ситуацияларды түсіргенде пайдаланатын жерлердің шекаралары, гидрографиялар, жолдар, ғимарат контурлары, құдықтардың т.б. барлық планға берілген масштабпен енгізілетін жағдайлар анықталынады. Масштаб неғұрлым ірі болса, түсіру пикеттері де көп болады, олардың арақашықтықтары аз болады. Мысалы,

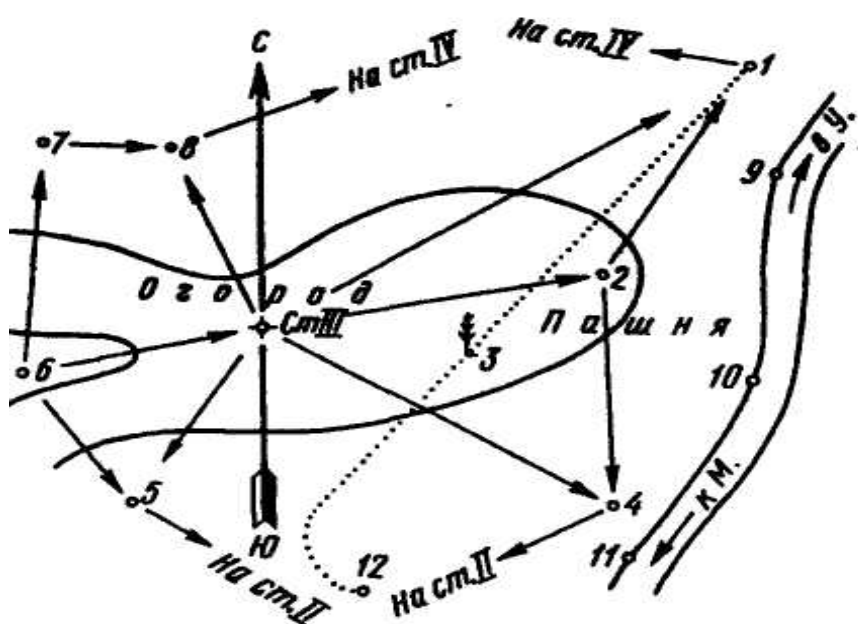
Кесте 3.3.1- Тахеометриялық түсіру журналы

Пикеттер нүктелер, нөмірлері	Қыл жіппен өлшенген қашықтықтар, п, см	Қашықтықтың горизонталь проекциясы d, м	Дөңгелектерден алынған өлшемдер		Көлбе бұрыш, град. Минут.	Әсімше-лер (биік айырым) h, м	Нүкте биіктіктері Н, м	Ескертулер
			Горизонталь дөңгелектен, град. минуты	Гік дөңгелектен, град. минут				
1	2	3	4	5.	6	7	8	9

1:5000 масштабта түсіруде ең үлкен қашықтық ситуацияның тұрақты контурлеріне дейін 150 метрмен шектелсе, жұмсақ контурге дейін 200 метрмен шектеледі, ал 1:500 масштабта соған сәйкес 60 және 80 метрмен шектеледі.

Түсіру кезінде әрбір станцияда абрис жасалынады (сурет 3.17). Абристе жүріс станциясының орнын, алдыңғы және кейінгі нүктелердің бағытын, барлық түсіру пикеттерінің орынын, жердің бет-бедерін және ситуацияларын көрсетеді. Түсіру пикеттерінің нөмірін далалық журналда көрсетілген нөмірлермен, ситуацияны шартты белгілермен, бет-бедерді горизонтальдармен белгілейді. Абристе нүктелердің бір-бірінен төмендігін нұсқармен көрсетеді.

Станцияда түсіру жұмысы біткеннен кейін, лимбтің бағдарын алғашқы нүктеге қайтадан көздейді. Егерде лимб өлшемі алғашқы көрсеткіштен 5' -тен артық болса, осы станциядағы түсіру жұмыстарын қайтадан жүргізеді.



Сурет 3.17-Тахеометриялық түсірістің абрисы

3.3.4 Тахеометриялық түсірістің нәтижелерін өңдеу

Бұрынғы өткен тақырыптардың формулаларын қолдана отырып есептелінеді. Есептеу төмендегі ретпен орындалады:

1. Әрбір станцияда нөлдің орыны мына формулалармен анықталады:

Егер 3Т30 қолданылса, $НО = (ДС + ДО + 180^0)/2$

Егер 3Т5К, 2Т5П қолданылса, $НО = (ДС + ДО)/2$

(3.3.1)

2. Бір станциядан келесі станцияға бағыттағандағы көлбеу бұрыш:

Егер 3Т30 қолданылса, $v = ДС - НО$; $v = НО - ДО - 180^0$; $v = (ДС - ДО - 180^0)/2$.

Егер 3Т5К, 2Т5П қолданылса, $v = ДС - НО$; $v = НО - ДО$; $v = (ДС - ДО)/2$

3. Қыл жіппен алынған өлшемдер арқылы қашықтықтардың горизонталь проекцияларын (жатысын) анықтау:

$$d = K n \cos^2 v. \quad (3.3.2)$$

4. Биік айырымды есептеу: $h = 0,5 K n \sin 2 v. \quad (3.3.3)$

5. Рейка нүктелерінің биіктігі: $H_n = H_{cm} + h. \quad (3.3.4)$

Мұнда, H_n – станциядан өлшенген рейка нүктелерінің биіктігі;

H_{cm} – рейка нүктелерін түсірген станция биіктігі; h – нүктенің станциядан биік айырымы.

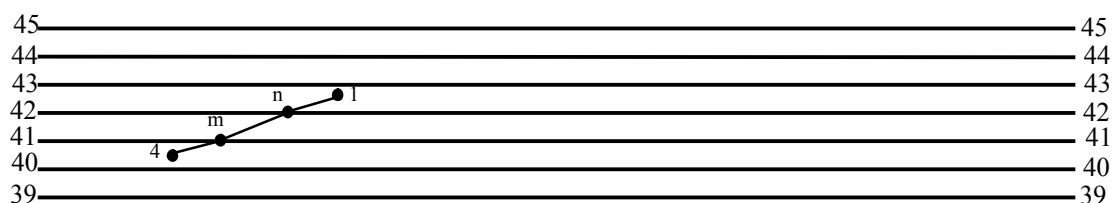
Осы есептелген көрсеткіштер тахеометриялық түсіру журналына (кесте 3.3.1) толтырылады.

Журналды өңдеп болғаннан кейін тахеометриялық планды сызуға кіріседі. Ол үшін Дробышев сызғышымен координталаық тор сызылады да,

тахеометриялық жүріс пункттері және рейкалық нүктелер транспортер және масштаб сызғышы арқылы планға салынады. Әрбір рейкалық нүктелердің жанына 0,1 м дәлдікпен биіктікте жазылады да горизонтальдар интерполяция әдісімен жүргізіледі. Карандашпен салынған план мұқият тексерілгеннен кейін шартты белгілерге сәйкес тушпен сызылады (сурет 3.20)

Тахеометриялық түсіру нәтижелері бойынша топографиялық планды салу мынандай ретпен орындалады:

1. Берілген форматта алынған қағаз бетіне координаталық торлар қабырғаларының ұзындықтары 5x5 см немесе 10x10 см етіліп салынады.
2. Планға тахеометриялық жүрістің тірек нүктелері белгіленеді.
3. Әрбір станциядан полюстік әдіспен түсірілген журналдан алынған (кесте 3.3.1) горизонтальдық бұрыштар және қашықтықтың горизонталь проекциялары бойынша рейкалық және ситуациялық нүктелері планға түсіріледі.
4. Әрбір рейкалық нүктелердің жанына бөлшек сандар жазылады: алымында- нүктенің нөмірі, алымында- биіктігі.
5. Абристы қолдана отырып, шартты белгілермен контурлар және ситуациялық жағдайлар түсіріледі.
6. Станцияның және нүктелердің биіктіктері бойынша интерполяциялау арқылы жер беті бедерін әрбір 1 м сайын горизонтальдермен салынады.
- 6.1 Ол үшін, бір нүктеден түсірілген барлық нүктелерді абристе көрсетілген нұсқарлар бағытымен түзулермен қосылады. әрбір салынған үшбұрыш қабырғаларына сызу интерполяциясы тәсілімен горизонтальдардың орыны белгіленеді.
- 6.2 Горизонтальдардың орнын салу миллиметрлік қағазда немесе калькада орындалады. Ол үшін калькаға арақашықтықтары 3-4 мм бірнеше параллелді түзулер салынады (сурет 3.18). Салынған түзулердің шеттеріне әрбір 1 метр сайын биіктіктер жазылады.
- 6.3 Мысалы, 1-4 түздегі (биіктіктері 42,70 және 40,50) горизонтальдардың орынын табу үшін, кальканы нүктелердің үстіне салып, 1-ші нүктені 42,7 метрге, 4-ші нүктені 40,50 метрге келетіндей етіп калька қойылады (сурет 3.18), 1-4-ші түзуінің калькадағы түзулерді 41(m) және 42(n) қиып өткен жерлері горизонтальдардың орындары болып табылады.



Сурет 3.18- Сызу интерполяция тәсілімен горизонтальдарды салу сұлбасы

- 6.4 Бір қалыпты қисық сызықтар мен (горизонтальдар мен) біркелкі биіктіктерді (бір көрсеткіштегі биіктіктерді) қосып, 0,1 мм қалыңдықпен қоңыр- сары қарындашпен (қаламмен) сызылады. Горизонтальдар үзінділеріне

горизонтальдар биіктігінің көрсеткіштерін жазады, бұл цифрлардың төбелері ылдидың жоғарғы жағына қаратылып жазылады.

3.3.5 Тахеометриялық түсіруді автоматтандыру

Электрондық тахеометрлердің пайда болуына байланысты тахеометриялық түсіруді жекелей және толық автоматтандыру мүмкіндігі туды.

Түсіру кезінде электронды тахеометр түсіру нүктелеріне, ал пикеттік нүктелерге – тахеометр комплектіне кіретін арнаулы шағылыстырғыштар қадаларымен орнатылады. Шағылыстырғышқа аспапты көздегенде автоматтық режимде горизонтальдық және вертикальдық бұрыштар, көршілес және пикеттік нүктелер аралаларының қашықтықтары анықталады. МикроЭЕМнің көмегімен көршілес және пикеттік нүктелердің өлшеу нәтижелерін есептеп координаталар өсімшелерін Δx және Δy , биік айырымы h -ты анықтайды. Сонымен қатар автоматты түрде қашықтықа керекті, аспаптың вертикальды осінің еңістігіне байланысты өлшенілетін бұрыштарға керекті барлық түзетулерді ескереді. Өлшеу нәтижелері мәтіндік құжатты режимде пішімделіп сақталынады. Әрі қарай мәтіндік құжатты сақтаудан немесе магниттік касеттен алынып құжаттар ЭЕМ-ге түседі, ол арнаулы бағдамалар арқылы топографиялық планды салу немесе цифрлық модельді жасау үшін керекті өлшеу жұмысының соңғы нәтижесін береді. Топографиялық планды графикалық түрде салу ЭЕМ-ге жалғасқан графикалық салу аспаптары арқылы орындалады.

3.3.6 Сынақтық сұрақтар

- 1 Тахеометриялық түсіру не үшін керек?
- 2 Тахеометриялық түсірудің басқа түсіруден айырмашылығы неде?
- 3 Тахеометриялық түсіру теодолитпен қалай жүргізіледі?
- 4 Тахеометриялық түсіру нәтижелерін өңдеу және түсіру журналдарын толтыру қалай жүргізіледі?
- 5 Автоматтық тахеометрлер түрлері және олардың жұмыс істеуі туралы толық мәлімет беріңіз;
- 6 Тахеометриялық түсіруде қолданылатын аспаптар;
- 7 Тахеометриялық түсірудің нәтижелері бойынша план қалай сақлынады?

3.3.7 Есептік -графикалық жұмыс

Тақырып: Тахеометриялық түсіру

Мақсат: далалық тахеометриялық өлшеу жұмыстарын оқып меңгеру және оны есептеп өңдеу, түсіру пикеттерін планға көшіру,

интерполяция әдісімен биіктік горизонтальдардың орындарын анықтап, планда жер бет бедерін бейнелеу.

Тапсырма 1 Тахеометриялық журналды өңдеу (кесте 3.3.2) ол үшін: биік айырымды есептеу; станциялардың және рейкалық нүктелердің биіктіктерін есептеу. I-ші және III-ші станциялардың биіктігін, I- II-ші және II- III-ші қабырғаларының дирекциондық бұрышын «3.3.3- кестесінде берілген», нұсқа нөмірі сынақ кітапшасының ақырғы санымен анықталады.

2. Тахеометриялық журналдың есептелген көрсеткіштері бойынша тұйықталмаған тахеометриялық жүрістің және рейкалық нүктелердің планын сызу,
3. Планда графикалық интерполяция әдісімен бедер қимасын 1,0 м алып, биіктік горизонтальдарды салу,
4. Абристі (сурет 3.19) пайдалана отырып, планға ситуацияларды көшіру,
5. Үлгіде (сурет 3.20) көрсетілгендей шартты белгілерді қолданыла отырып планы дайындау.

Жұмысты орындау тәртібі

Мысалы. Ст. I-дің тахеометриялық түсіру журналын келесі көрсеткіштер бойынша өңдеу, берілгені: тахеометриялық түсіру журналы (кесте 3.3.2); станция I-дің биіктігі $H_{\text{Ст.I}} = 42,5 \text{ м}$; дирекциондық бұрыш $\alpha_{\text{I-II}} = 41^\circ 30'$.

1. Әрбір станцияда нөлдің орыны анықталады: Теодолит 3Т30-та

$$HO = (ДС + ДО + 180^\circ) / 2$$

Ст. I-де Ст. II-ге бағдарлағанда

$$HO = (2^\circ 08' + 177^\circ 52' + 180^\circ) : 2 = 180^\circ = 0^\circ 00'.$$

2. Ст. I –ден Ст. II-ге бағдарлағанда өлшенілген еңістік бұрышты есептеу (теодолит 3Т30):

$$v = (Л-П + 180^\circ) : 2; \quad v_4 = (2^\circ 08' - 177^\circ 52' + 180^\circ) : 2 = +2^\circ 08',$$

Ст. I-ден биіктік нүктелерге бағдарлағанда: $v = Л-МО$; $v = МО-П - 180^\circ$;

$$v_1 = 1^\circ 24' - 0^\circ 00' = +1^\circ 24';$$

$$v_2 = 179^\circ 42' - 180^\circ = -0^\circ 18';$$

$$v_3 = 178^\circ 42' - 180^\circ = -1^\circ 18';$$

$$v_4 = 178^\circ 16' - 180^\circ = -1^\circ 44';$$

$$v_5 = 5^\circ 09' - 0^\circ 00' = +5^\circ 09';$$

Есептелген көрсеткіштер тахеометриялық журналға толтырылады.

Кесте 3.3.2- Тахеометриялық түсіру журналы

Бақылы- натын нүкте №	Қыл- жіптің қашық- тық өлшем айыры- мы n,см	Қашық- тықтың горизон- тальдық, проек- циясы d, м	Өлшем көрсеткіштері		Еңістік бұрыш, v, град., мин.	Биік- айырым h, м	Көз- деу биік- тігі, V, м	Биік айырым h= h ₁ +i- v, м	Высота точки H	Ескерту
			Горизон. дөңге- лектегі, Град., мин.	Вертик дөңге- лектегі, град., мин.						
Станция I , аспап биіктігі i=1,30 теодолит ЗТ30 Ст. II-ге бағдарлау										
Ст. II	72,6		0 ⁰⁰ /	2 ⁰⁸ /			v=i			Жыртылған жер шекарасы
Ст. II	72,6		0 00	177 52			v=i			
1	46,2		14 00	1 24			v=i			
2	139,0		37 15	179 42			v=i			
3	143,2		62 22	178 42			v=i			
4	64,10		93 10	178 16			v=i			Жыртылған жер шекарасы
5	50,0		296 14	5 09			v=i			
Станция II i=1,26 Ст. III-ге бағдарлау										
Ст. III	128,0		0 ⁰⁰ /	1 ¹⁵ /			v=i			Жыртылған жер шекарасы Грунтты жол Ғимарат бұрышы
Ст. III	128,0		0 00	178 45			v=i			
6	28,5		30 40	175 48			v=i			
7	16,0		209 05	4 36			v=i			
8	76,0		277 16	3 47			v=i			
9	31,10		313 22	1 52			v=i			
Станция III i=1,32 Ст. II-ге бағдарлау										
Ст. II	128,0		0 ⁰⁰ /	178 ⁴⁵ /			v=i			Грунтты жол Тірек ЛЭП Тірек ЛЭП
Ст. II	128,0		0 00	1 15			v=i			
10	46,1		23 14	0 16			v=i			
11	84,1		29 09				v=i			
12	80,5		42 30	1 01			v=i			
13	45,1		53 02				v=i			
14	32,3		290 18	175 32			v=i			
15	68,0		354 03	178 43			v=i			

3. Қыл жіптің қашықтық өлшем айырымын пайдалана отырып, қашықтықтың горизонтальдық проекциясын (3.3.2) формуласымен есептеу $d=Kncos^2 v$;

$$d_{см. II} = 100 \cdot 72,6 \cos^2 2^\circ 08' = 72,6 \cdot 0,998614 = 72,499 = 72,5 \text{ м.}$$

$$d_1 = 100 \cdot 46,2 \cos^2 1^\circ 24' = 46,2 \cdot 0,999404 = 46,17 = 46,2 \text{ м.}$$

$$d_2 = 100 \cdot 139,0 \cos^2 0^\circ 18' = 139 \cdot 0,999972 = 138,996 = 139,0 \text{ м.}$$

$$d_3 = 100 \cdot 143,2 \cos^2 1^\circ 18' = 143,2 \cdot 0,999486 = 143,12 = 143,1$$

$$d_4 = 100 \cdot 64,1 \cos^2 1^\circ 44' = 64,1 \cdot 0,9990862 = 64,04 = 64,0 \text{ м;}$$

$$d_5 = 100 \cdot 50,0 \cos^2 5^\circ 09' = 50,0 \cdot 0,9919422 = 49,597 = 49,6 \text{ м.}$$

Есептелінген көрсеткіштерді тахеометриялық түсіру журналына толтырады.

4. Биікайырымды есептеу (3.3.3) формуласымен жүргізіледі

$$h = 0,5Knsin^2 v;$$

$$h_{ст. II} = 0,5 \cdot 100 \cdot 72,6 \sin 4^{\circ} 16' = 0,5 \cdot 72,6 \cdot 0,74387 = 2,70 \text{ м};$$

$$h_1 = 0,5 \cdot 100 \cdot 46,2 \sin 2^{\circ} 48' = 0,5 \cdot 46,2 \cdot 0,04885 = 1,12 \text{ м};$$

$$h_2 = 0,5 \cdot 100 \cdot 139,0 \sin 0^{\circ} 36' = 0,5 \cdot 139,0 \cdot 0,010472 = 0,73 \text{ м};$$

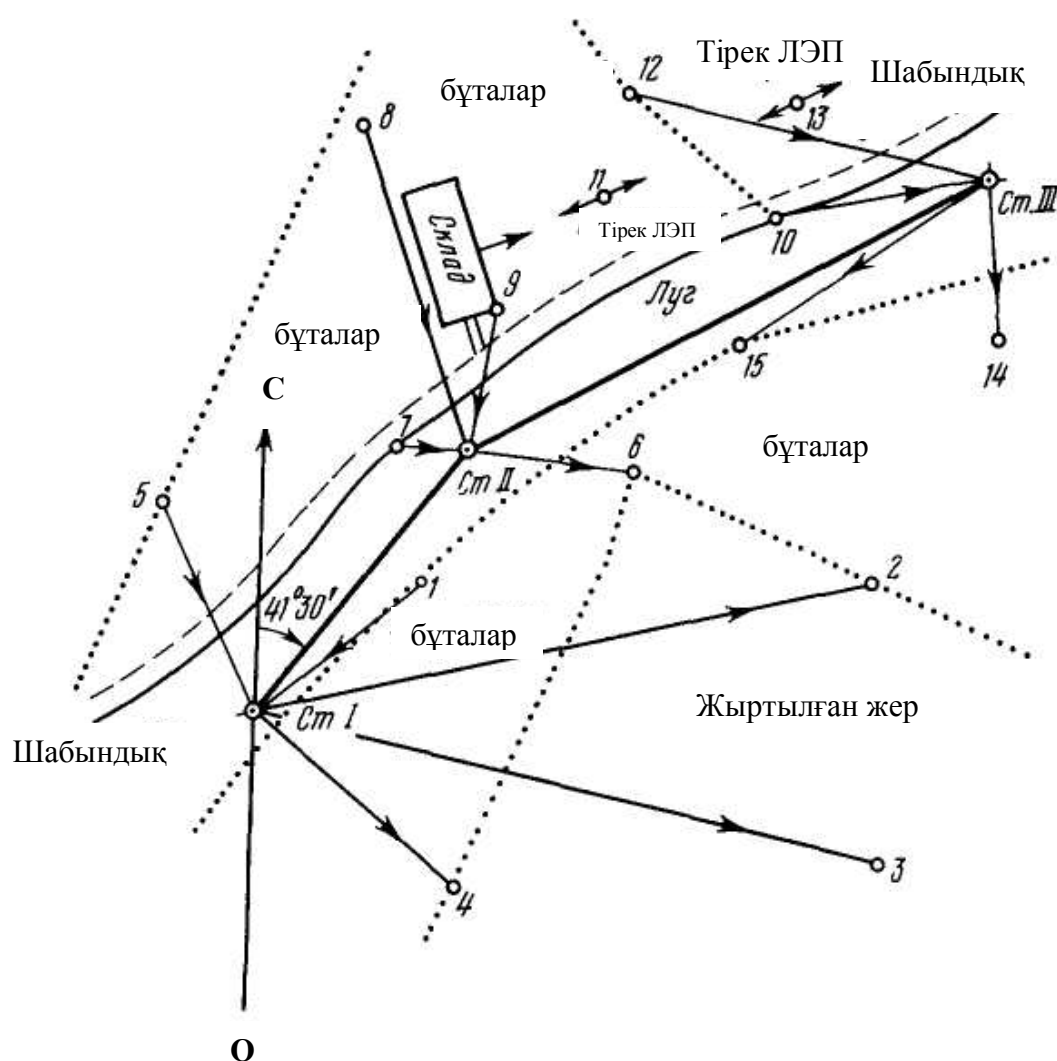
$$h_3 = 0,5 \cdot 100 \cdot 143,2 \sin 2^{\circ} 36' = 0,5 \cdot 143,2 \cdot 0,045363 = 3,25 \text{ м};$$

$$h_4 = 0,5 \cdot 100 \cdot 64,10 \sin 3^{\circ} 28' = 0,5 \cdot 64,1 \cdot 0,1171844 = 1,94 \text{ м};$$

$$h_5 = 0,5 \cdot 100 \cdot 50,0 \sin 18^{\circ} 10' = 0,5 \cdot 50,0 \cdot 0,178802 = 4,47 \text{ м}.$$

Есептелінген көрсеткіштерді тахеометриялық түсіру журналына толтырады.

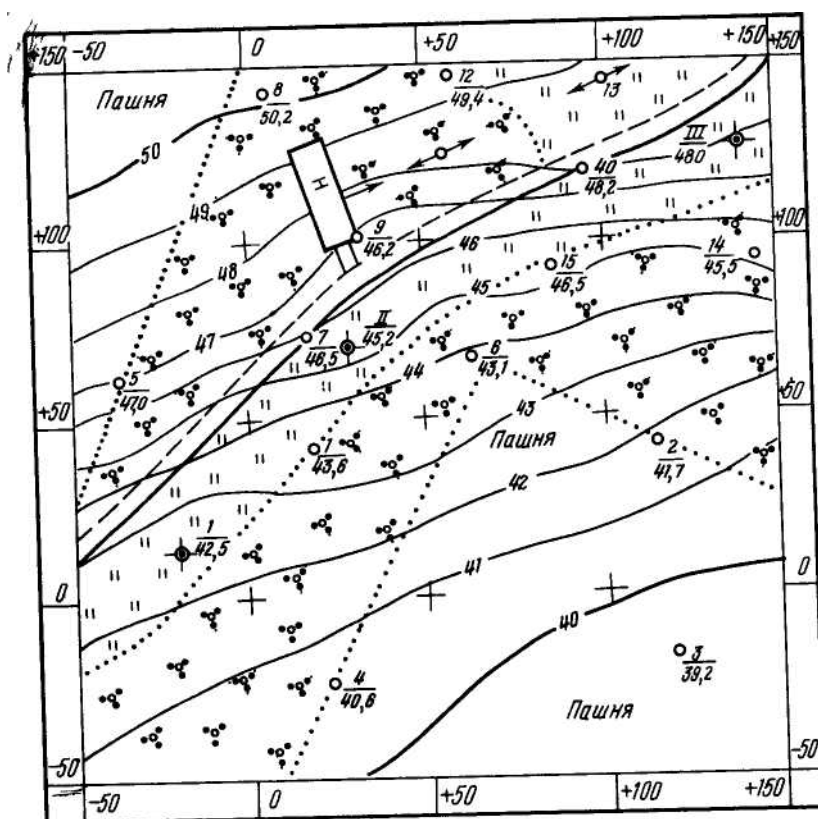
Биікайырым $h = h_1 + i - v$ өзгермейді, өйткені Ст. I-де $v = i$.



Сурет 3.10. Абырға

Кесте 3.3.3- I-II және II-III қабырғаларының дирекциондық бұрышы, I-III станцияларының биіктігі

Нұсқа	Дирекциондық бұрыштар		Станция биіктіктері		Нұсқа	Дирекциондық бұрыштар		Высоты станций	
	α_{I-II}	α_{II-III}	H_I	H_{III}		α_{I-II}	α_{II-III}	H_I	H_{III}
1	10°00'	30°00'	71,56	77,05	16	31°43'	51°43'	92,43	97,92
2	11 16	31 16	72,22	77,71	17	31 50	51 50	93,55	99,04
3	12 15	32 15	73,44	78,93	18	33 18	53 18	94,07	99,56
4	13 30	33 30	74,56	80,05	19	35 06	55 06	95,98	101,47
5	15 26	45 26	75,83	81,32	20	37 14	57 06	96,13	101,62
6	17 34	47 34	76,03	81,52	21	39 02	59 05	97,21	102,70
7	18 56	48 56	77,79	83,28	22	40 48	60 48	98,52	104,01
8	19 03	49 03	78,84	84,33	23	43 19	63 19	99,03	104,52
9	20 16	40 16	79,06	84,55	24	44 07	64 10	100,05	105,54
10	21 22	41 22	80,55	86,04	25	45 26	65 26	101,50	106,99
11	22 41	44 41	81,31	86,80	26	46 52	66 52	102,54	108,03
12	24 15	44 15	82,67	88,16	27	47 13	67 15	102,37	107,86
13	25 19	45 19	83,24	88,73	28	36 08	56 10	103,22	108,71
14	30 11	50 11	90,01	95,50	29	34 47	54 47	104,73	110,22
15	28 28	48 28	91,18	96,67	30	35 30	55 30	105,16	110,64



Сурет 3.20- Планды салу үлгісі

5. Рейкалық нүктелердің биіктіктерін (3.3.4) формуласымен есептейді;

$$H_n = H_{CT} + h$$

$$H_{CT.11} = H_{CT.1} + h_{CT.1} = 42,50 + 2,70 = 45,20 \text{ м};$$

$$H_1 = H_{CT.1} + h_1 = 42,50 + 1,12 = 43,62 \text{ м};$$

$$H_2 = H_{CT.1} + h_2 = 42,50 - 0,73 = 41,77 \text{ м};$$

$$H_3 = H_{CT.1} + h_3 = 42,50 - 3,25 = 39,2 \text{ м},$$

$$H_4 = H_{CT.1} + h_4 = 42,50 - 1,94 = 40,56 \text{ м},$$

$$H_5 = H_{CT.1} + h_5 = 42,50 + 4,47 = 46,97 \text{ м}.$$

Есептелінген көрсеткіштерді тахеометриялық түсіру журналына толтырады.

Осы мысалда көрсетілген ретпен барлық станцияларда есептеу жұмысы жүргізіледі. III-ші станцияда № 11 и 13 нүктелердің тек қана қашықтықтың горизонтальдық проекциясы есептелінеді. Есептеу, өңдеу жұмысы біткеннен кейін 3.3.3 тақырыбында жазылған ретпен топографиялық план салынады. Планды жасау үлгісі 3.20-шы суретте көрсетілген.

3.4 Мензулалық және фотограмметриялық түсірулер

3.4.1 Мензалық түсірулер мәні;

3.4.2 Мензулалық түсіруде қолданылатын аспаптар және оларды тексеру;

3.4.3 Мензуланы станцияда орнату;

3.4.4 Мензулалық түсіру пункттері;

3.4.5 Ситуация мен рельефті түсіру;

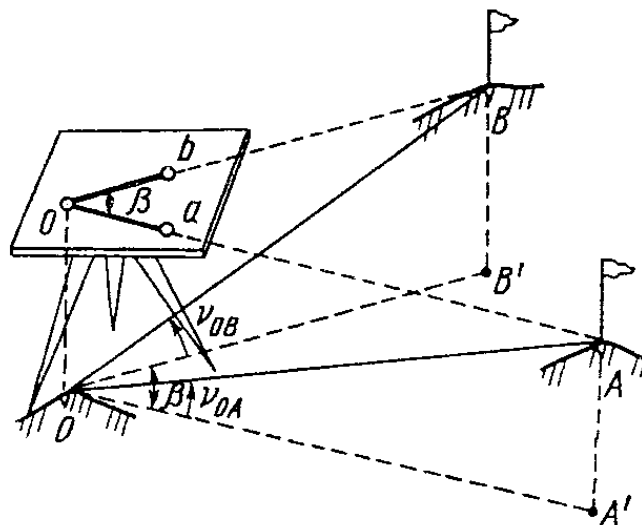
3.4.5 Фототограмметриялық түсірулер туралы түсінік.

3.4.6 Сынақтық сұрақтар.

3.4.1 Мензулалық түсірулер мәні

Топографиялық планды графикалық әдіспен тікелей далада салу үшін мензуалық түсіру қолданылады. Түсірдің бұл түрі мензула мен кипрегель деп аталатын аспаптар арқылы жүргізіледі.

Мензуалық түсіруде жазық бұрыштар өлшенбей, графиктік түрде салынады. Сол себептен мензуалық түсірді бұрыш сызу түсірісі деп те атайды. Түсіру кезінде план сызатын қағаз желімделеген планшет 0 нүктесіне орнатылып, оның пландағы горизонталь проекциясы арқылы кипрегель В және А нүктелерінде тұрған рейкаларға көзделінеді



Сурет 3.21-Мензулалық түсірудің сұлбасы

Көздеу кездерінде кипрегель сызғышы арқылы oa және ob сызықтары жүргізіледі, сонда планшетте сызылған aob бұрышы АОВ бұрышының проекциясы болады.

В және А нүктелеріне дейінгі ара қашықтықтардың проекциялары қашықтық өлшеуіш арқылы анықталып, берілген масштабта планшетке салынады. Биіктік өсімшелері тригонометриялық нивелирлеу әдісімен анықталады.

Мензулалық стол центрленіп, жазық деңгейге келтіріледі және планшет дүниенің төрт бұрышына сәйкес бағытталады.

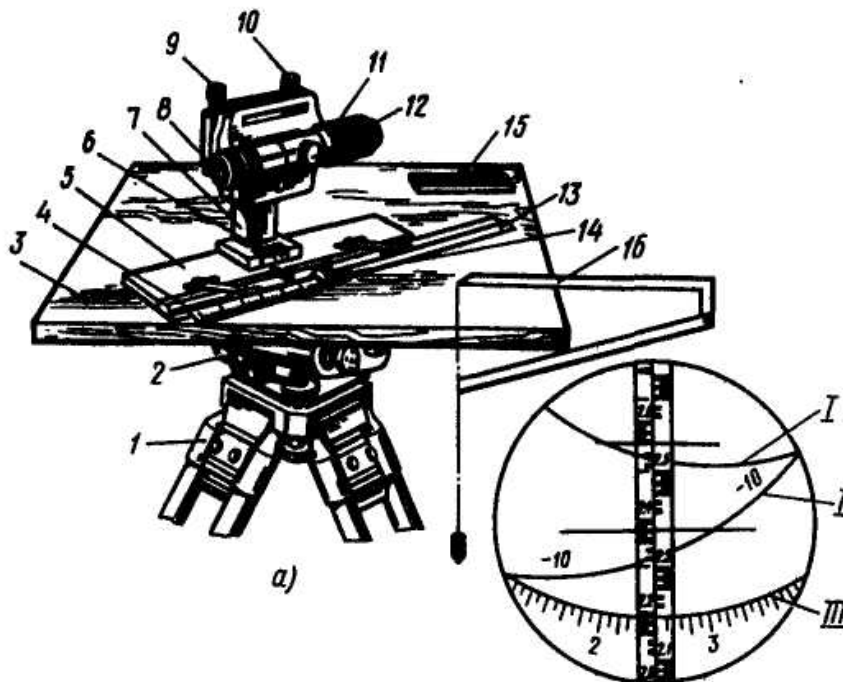
Мензулалық түсіру көлемі кіші аймақтарда 1:5000-1:500 масштабтармен карьерлерді, өндіріс алаңдарын түсіруде және де нақтылап барлау жұмыстарында қолданылады.

Бұл түсірістің тахеометриялық түсіруге қарағандағы кемшіліктеріне ауа райына байланыстылығы, аспаптың қолайсыз үлкендігі, автоматтандыру төмен екендігі жатады. Ал тахеометриялық түсірістен салыстырғандағы айырмашылығы топографиялық панның тікелей далада сызылуы. Демек, салынған план мен жер бетін тікелей салыстыруға мүмкіндік туады.

3.4.2 Мензулалық түсірісте қолданылатын аспаптар және оларды тексеру

Мензулалық түсіруге қолданылатын аспаптар комплектіне мензула, кипрегель, буссоль, планшетті центрлейтін тіктеуіш ілінген аша жатады.

Мензула - жергілікті жердің планын сызуға арналған үстелше. Мензула комплекті (сурет 3.22) штативтен 1, планшеттен 3, планшетті штативке бекітетін тұғырықтан 2 тұрады.



1-штатив, 2-аспап тұғырығы, 3-планшет, 4,13-сызғыштар, 5-аспап табаны, 6-деңгейлеуіш, 7- бағана, 8-окуляр, 9,10,12-бұрандалар, 11-дүрбі, 14-штифт, 15-буссоль-бағдар, 16-планшетті центрлеу үшін тіктеуіш ілінген аша.

Сурет 3.22-Мензулалық комплект (а) және кипрегель дүрбісіндегі көрініс (б):

Планшет - өлшемдері 60х60 см болатын тақтай. Тақтайдың бетіне сызуға қолданылатын қағаз жапсырылады немесе қағаз жұқа фанера немесе алюминийге жапсырылып планшетке қағылады.

Мензулалық түсіруге невелирлік рейка немесе арнаулы мензулалық рейка қолданылады.

Кипригель жер бетіндегі нүктелерді көздеу үшін және биіктік есімшелерін анықтау үшін қолданылады. Кипригель арқылы планшетке бағыт сызылады, қашықтық проекциясы d және h өсімше анықталады. Кипрегель екі түрге бөлінеді: вертикалді дөңгелекте деңгейлеуіші бар номограммдық КН және оптикалық компенсаторлы (теңестіргішті) КН-К.

Кипрегель КН (сурет 3.22) дүрбіден 11, бағанадан 7, негізгі 4 және қосымша сызғыштардан 13 тұрады. Дүрбі қолдануға ыңғайлы болу үшін сынық (қисық) окулярымен жабдықталған. Бейнені бұрандамен 12 фокустейді. Дүрбі вертикаль дөңгелек арқылы айналып тұрады, бұл оның еңкейгенінде дөңгелектің әртүрлі участкесін көруге мүмкіндік береді. Кипрегельдің дүрбісін 40^0 –қа дейін еңкейтуге болады

Кипрегель КН есептеу жұмысын жүргізбей-ақ горизонталь қашықтықты және биік айрымды тікелей анықтай алады. Ол үшін, ол қисық сызықтары дүрбіден көрініп тұратын номограммдық түрлендіргішпен жабдықталған (сурет 3.22,б). Горизонталь проекцияларды беретін номограммалық қисықтардың коэффициенттері 100 және 200-ге тең, ал өсімше қисықтары коэффициенттері көлбеу бұрыштарға байланысты ± 10 , ± 20 және ± 100 болып келеді. Кипрегель номограммасының ең төменгісін негізгі қисық деп атайды және оны рейканың нөлдік санына нысалайды. Есеп алар алдында вертикаль дөңгелектің көпіршігі нөл-пунктке келтіріледі. Номограммалы кипрегель КН қашықтықты өлшеудегі орташа квадраттық қатесі 100 м - 20см; биіктікті өлшеудегі орташа квадраттық қатесі 100 м еңістік бұрышқа байланысты 3 см-ден 15 см-ге дейін, вертикаль бұрышты өлшеудегі орташа квадраттық қатесі $5''$. Жұмыс жүргізер алдында кипрегель мұқият тексеріледі.

Басқа геодезиялық аспаптар сияқты кипрегельдерде де төменгі шарттар орындалуы қажет:

1)Сызғыштың қиғаш жағы түзу сызық тәрізді, ал асты тегіс болуы қажет.

Бұл шартты тексеру үшін кипрегельді планшетке қойып, сызғыштың қиғаш жағы арқылы сызық жүргізіледі. Содан кейін кипрегель 180^0 –қа бұрылып, сызғыш арқылы тағы да жүргізіледі. Егер де екі сызық бір-біріне дәл келіп беттесе, онда шарттың орындалғаны. Керісінше, шарт орындалмаса, онда түзету сайманханада жүргізіледі.

Сызғыштың астын тексеру үшін, кипрегельді планшетке қойып, сызғыш пен планшет арасында саңылау бар ма жоқ па, соны анықтайды.

2)Линейкадағы цилиндрлік деңгейдің осі сызғыштың астына параллель болуы керек.

Кипрегельді екі көтергіш винттерге бағыттап мензулалық столға қояды да, көпіршікті ноль-пунктке келтіреді.

Сол орынды планшетке белгілеп алып, кипрегельді 180° -қа бұрып белгіленген орынға қояды. Егер деңгей көпіршігі ноль-пунктен ауытқыса, онда ауытқудың жартысын деңгейдің түзеткіш, ал екінші жартысын көтергіш винттері арқылы түзетеді.

3) Дүрбінің көздеу осі оның айналу осіне перпендикуляр болуы тиіс.

Тексеру үшін планшет жұмыс жағдайына келтіріледі, кипрегельді алыс тұрған бір затқа көздейді. Сызғыштың қиғаш жағынан түзу сызық жүргізіліп, оның бойына бір нүкте белгіленеді. Содан кейін дүрбі зенит арқылы айналдырылып, кипрегельді белгіленген нүкте арқылы тағы да алыстағы көздеп сызық жүргізіледі. Егер екі сызық бір-бірімен беттесе, онда шарттың орындалғаны. Егер көздеу осі дүрбінің айналу осіне перпендикуляр болмаса, онда түзу арасындағы бұрыш қос коллимациялық мәніне тең болады. Коллимациялық катені түзету үшін планшеттегі бұрыштың биссектрисасы сызылып, онымен кипрегель сызғышының қиғаш жағы беттестіріледі. Сол кезде жіптер торы көзделген заттан ығысады. Жіптер торының түзеткіш винттері арқылы дүрбіні қайтадан көздейді.

4) дүрбінің айналу осі сызғыштың табанына параллель болуға тиісті.

Бұл шартты тексеру үшін кипрегельді үй қабырғасында биіктеу орналасқан М нүктесіне көздейді де дүрбіні горизонталь жағдайға келтіргенше еңкейтіп, М нүктесінің проекциясын М белгілейді. Одан кейін дүрбі зенит арқылы айналдырылып қайтадан сол М нүктесіне көзделінеді де, тағы да оның төменгі деңгейіндегі проекциясы М табылады.

Егер екі проекция бір-біріне дәл келсе, онда жоғарғы шарттың орындалғаны. Ал проекциялар бір-бірімен беттеспесе онда жіптер торының түзеткіш винттері арқылы дұрыс жағдайға келтіріледі.

6) Кипрегельдің вертикаль дөңгелегінің нольдік ны 0 -ге тең болуы керек. Бұл шарттың орындалуын теодолиттің нольдік орнын НО тексеру сияқты тәртіппен жүргізіледі.

4.3.3 Мензуланы станцияда орнату

Мензуланы орнату центрлеуден, жазықтандырудан және бағыттаудан тұрады. Бұл орнату жұмыстары ең алды көз мөлшерімен одан кейін жуықтап, ақырында арнайы аспаптар арқылы тексеріліп, жоғары дәлдікпен жүргізіледі. Планшетті центрлеу үшін тіктеуіш ілінген центрлеу ашасы қолданылады.

Планшетті жазықтандыру деп кипрегель сызғышында орнатылған цилиндрлік деңгей арқылы оны жазық жағдайға келтірілуді айтады. Ол үшін кипрегельді екі көтеріш бұрандаға бағыттап орнатып, деңгей көпіршішін ноль-пунктке келтіреді. Одан кейін кипрегельді 90° -қа бұрып, үшінші көтеріш бұранда арқылы тағы ноль-пунктке келтіреді. Егер кипрегельді әрқилы бағыттанғанда деңгей көпіршіші ноль-пунктен екі бөліктен артық ауытқымаса, онда планшеттің дұрыс жазықтандырылғаны.

Планшеттегі жүргізілген сызықтар арқылы өздерінің жер бетіндегі бағыттарымен параллель болып орналастыруды планшетті бағдарлау дейді. Бағдарлау жер бетіде белгіленген және планшетке салынған тірек пункттары

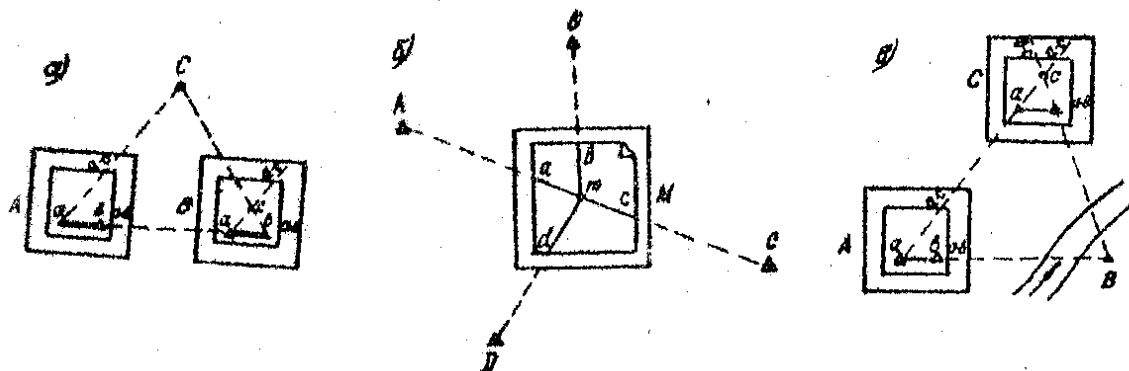
арқылы жүзеге асырылады. Мысалы, жер бетіндегі A, B, O пункттері координаталары арқылы планшетке салынады дейік, яғни олар планшеттегі a, b және o нүктелеріне сәйкес келеді (сурет 3.21). B -нүктесінде тұрған планшетті бағдарлау үшін кипрегель сызғышының қиғаш жағын a және b нүктелеріне келтіріп, дүрбіден A нүктесінің бейнесі көрінгенше планшетті айналдырады. Одан кейін планшетті бекітеді, яғни планшет AB түзуінің бойымен бағдарланды деп есептеледі. Бағдарлау дұрыстығын кипрегельді жақын орналасқан O нүктесіне бағыттау арқылы тексереді. Егер сызғыштың қиғаш жағы O нүктесі арқылы $0,2$ мм-ден аспайтын дәлдікпен өтсе, онда бағдарлаудың дұрыс орнатылғандығы.

3.4.4 Мензулалық түсіру пункттері

Мензулалық түсірістердің пландық торларына полигонометриялық пункттер, теодолиттік жүріс нүктелері және т.б. жатады. Оларды жиілету қажет болғанда геометриялық тор және мензулалық жүрістер пункттерімен толтырылады.

Мензулалық түсірісте нүктелердің планшеттегі орындары – тура, кері және құрама қиылыстыру арқылы анықталады.

Тура қиылыстыруда (сурет 3.23,а) мензуланы A нүктесіне орнатып, AB бойынша бағдарлайды. AB -ның проекциясы планшетте сызылған. Кипрегельді нүктесі арқылы C -ға көздеп, алған бағытын сызып алады. Одан кейін B нүктесіне мензуланы орнатып BA -ға бағдарлайды. Кипрегельді b нүктесі арқылы тағы да



Сурет 3.23- Түсіріс пункттері

C -ға көздеп c бағытын сызады. Сызылған екі бағыттың қиысқан нүктесі жер бетіндегі C нүктесінің пландағы орны болып есептеледі.

Кері қиылыстыру (сурет 3.23,б) жер бетіндегі белгілі үш-төрт пункттерге қарап тұрып планшетте бір нүктенің орнын табады. Бұл әдісте мензула бірақ рет анықталатын нүктеге орнатылады. M -нүктесіне мензула орнатылып, планшет үстіне бекітіледі де, оған m нүктесі белгіленеді. Кипрегель сызғышын m нүктесіне келтіріп дүрбіні кезекпен A, B, C және D пунктеріне нысаналайды. Әр нысаналаған сайын ma, mb, mc, md бағыттары

сызылады. Содан кейін осы сызылған планшеттегі a, b, c және d нүктелерімен беттескенше кальканы айналдыра қозғап m нүктесін планға түсіреді.

Құрама қиылыстыру (сурет 3.23, в) негізгі нүктенің бірі, мысалы B нүктесі, мензула орнатуға қолайсыз болған жағдайда қолданылады. Бұл жағдайда A нүктесіне мензула орнатылып AB бойынша бағдарланады. C нүктесіне көздеп ac түзуі сызылады. Одан кейін мензуланы C нүктесіне орнатып ca бағыты бойынша планшетті бағдарлайды. Одан кейін сызғышты планшеттегі B нүктесіне келтіреді, дүрбідегі жіптер торының қиылысу нүктесі B нүктесінің бейнесімен беттескенше кипрегельді қозғайды. B нүктесіне тура нысаналаған жағдайда сызғыш бойынша b нүктесі арқылы ba бағыты жүргізіледі. Бұрынғы сызылған ac мен кейінгі bc -ның қиылысу нүктесі C нүктесінің планшеттегі орны болып есептеледі. Мензулалық түсіру пункттерінің биіктіктері техникалық немесе тригонометриялық нивелирлеу арқылы анықталады.

3.4.5 Ситуация мен рельефті түсіру

Түсіріс жұмыстары алдында координаталық тор құрылып, планшетке түсіру пункттері салынады. Станциядағы түсіріс жұмыстары полярлық әдіспен төменгі тәртіпке сәйкес жүргізіледі:

- мензуланы станцияға орнатып, центрлейді, жазықтайды және бағдарлайды;
- аспап биіктігі өлшеніп, рейкадағы ноль саны осы биіктікке келтіріледі;
- пикеттік рейканы нүктелерге көздеу вертикаль дөңгелектің тек сол жақта КЛ тұрған қалпында ғана жүргізіледі;
- кипрегель сызғышының қиғаш жағын тұрған нүктеге келтіріп түсірілетін – пикеттік нүктеге көздейді, вертикаль дөңгелектегі деңгейдің көпіршігін ноль – пунктке келтіріп, номмограммалық қисықтар арқылы (9.6, б-сурет) d мен h мәндері алынады;
- кипрегельді қозғамай, сызғыштың қиғаш жағымен берілген масштабта өлшенген қашықтық проекциясын салады. Нүкте жанына оның биіктігі жазылады. Одан кейін рейканы ұстайтын адам келесі нүктеге барып тұрады да, түсіру жұмыстары осы тәртіппен қайталана береді.

Биіктіктерді интерполяциялап горизонтальдарды жүргізу тікелей далада жүргізіледі және де олар жүргізіліп жатқан жер рельефімен салыстырылып отырылады.

Мензулалық түсіруде биіктік және контурлық калькалар жасалынады. Далалық түсірулер мұқият тексерілгеннен кейін планшет, шарты белгілерге сәйкес, тушыпен сызылады.

3.4.6 Фототограмметриялық түсірулер туралы түсінік.

Фототопографиялық түсіріс фотосуреттер бойынша топографиялық план мен картаны жасауға негізделген геодезиялық жұмыстардың бір түрі. Суретке түсіру әдістеріне байланысты фототопографиялық түсірістер: аэрофототүсіріс және жер бетіндегі фототүсіріс болып бөлінеді.

Аэрофототүсірісте жер беті самолеттен, вертолеттер және жер серігінен арнайы аэрофотоаппараттар –АФА арқылы түсіріледі. Бұл әдіс көлемі үлкен аймақтардың 1:1000-1:5000 масштабты карталары мен пландарды жасау үшін қолданылады.

Ал, жер бетіндегі фототүсіріс теодолит пен фотокамерадан тұратын фото теодолитпен –жүргізіледі. Түсірістің бұл түрімен қай масштабта болсын 1:2000 –1:10 000 план мен карталар жасауға болды.

Жалпы фототопографиялық түсіруде жұмыстың көбі камералық жағдайда жүргізіледі, яғни түсірілген фотосуреттер жан-жақты өңделіп, жер бетінің фотосуретіндегі кескіннен, оның кеңістікте орналасқан бейнесі алынады. Берілген масштабта фотосуреттер арқылы план салу үшін дәлдігі өте жоғары стерефотограмметриялық аспаптар пайдаланылады. Бұл түсірістің тахеометриялық түсіріске қарағандағы артықшылығы мынада:

- дала жұмыстарында еңбек өнімділігінің артуы;
- рейка ұстайтын адамның қажеті болмағандықтан жұмыс қауіпсіздігінің артуы;
- фотосуреттер арқылы план жасағанда рельефті толық етіп бейнелейтін нүктелердің көптігі;
- басқа әдістермен түсірілуі қиын объектілердің де қамтылуы.

Фототопографиялық түсірістер карьерлерді түсіру, инженерлік құрылыстарды жобалау, жер қорларын, тау-кен жыныстарының және үлкен құрылыстардың деформацияларын зерттеу, геологиялық барлау және т.б. жұмыстарда қолданылады.

3.4.6 Сынақтық сұрақтар

- 1 Мензулалық түсірудің мәні неде?
- 2 Мензулалық түсіруге қандай аспаптар мен құралдар қолданылады?
- 3 Мензулалық түсіру қалай жүргізіледі?
- 4 Мензулалық түсіру пункттері қалай салынады?
- 5 Ситуация мен жер бедерін мензулалық түсірумен қалай орындалады?
- 6 Фототопографиялық түсірістердің қандай түрлерін білесің?

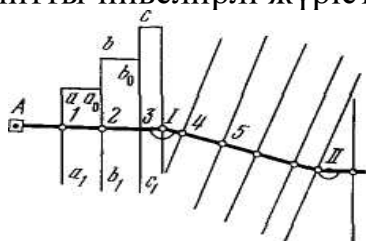
3.5 Нивелирлік түсіру

- 3.5.1 Жербетін нивелирлеу әдістері
- 3.5.2 Сызықты имараттарды нивелирлеу;
- 3.5.3 Трассаның бойлық кескінін салу
- 3.5.4 Жер бетін нивелирлеу;
- 3.5.5 Сынақтық сұрақтар;
- 3.5.6 Есептік -графикалық жұмыс.

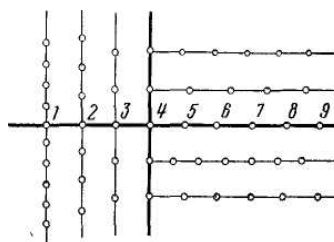
3.5.1 Жербетін нивелирлеу әдістері

Адырлы, биік таулары жоқ, сирек төбелі жерлерде топографиялық пландарды салу үшін, геометриялық нивелирлеу әдістері жоғары дәлдікте жүргізіледі. Геометриялық нивелирлеу әдістері 1:500÷1:5000 масштабтағы жер бедерінің қима биіктіктері 0,1-0,5 м пландарын жасау үшін жүргізіледі. Бұл түсіру батпақты және сазды жерлерді кептіру, жер бетін тегістеу жобаларын жасау үшін жүргізіледі. Түсірудің пайдалануына және жер бетінің жағдайына байланысты *магистралды көлденеңімен, параллелді түзулер, полигонды және квадратты* болып бөлінген жер бетін нивелирлеу әдістері қолданылады.

Магистралды көлденеңімен әдісі (сурет 3.23-А) сызықты пішінді ғимараттарды (каналдар, жолдар, құбырлар т.б.) және үлкен аумақты жерлерде қолданылады. Планды- биіктік негіз ретінде мемлекеттік немесе жиілету тораптарының А және В нүктелері арасында жүргізілген теодолитты-нивелирлі жүрістер қолданылады.



3.23-А- Магистралды
көлденеңімен әдіс



3.23-Б- Параллелді түзулер әдісі

Параллелді түзулер әдісі (сурет 3.23-Б) сирек адырлы жерлерде қолданылады. Планды- биіктік негіз ретінде жер бөлікше шекараларында немесе ортасында орналасқан теодолитты-нивелирлі жүрістер қолданылады.

Полигондық әдіс жердің беті бедерлі және олар анық көрініп тұратын үлкен жер бөлікшелерінде қолданылады. Планды- биіктік негіз ретінде жер бөлікше шекараларында және ерекше нүктелерде белгіленген теодолитты-нивелирлі жүрістер қолданылады.

Квадраттық әдіс жердің беті сирек бедерлі ашық жерлерде қолданылады. Планды- биіктік негіз ретінде қазықтармен бекітілген және белгілі кешенде белгіленген квадрат төбелері қолданылады.

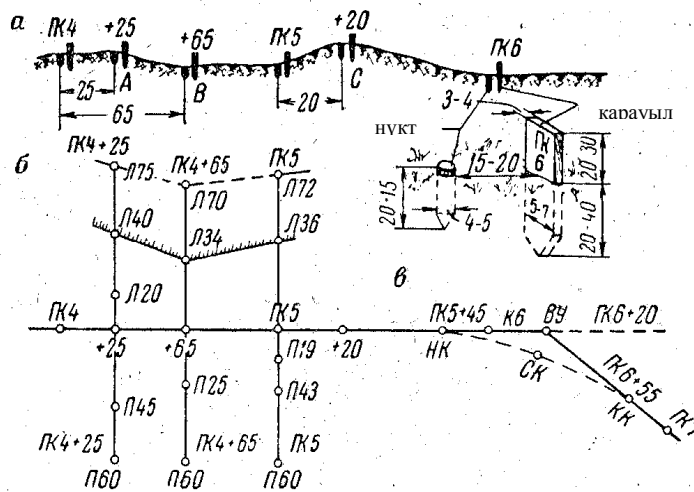
3.5.2 Сызықты имараттарды нивелирлеу

Топографиялық жұмыстар жүргізу кезінде түсіру пункттерінің биіктіктері техникалық нивелирлеу арқылы анықталады. Техникалық нивелирлеу сондай-ақ, инженерлік құрылыстарды, темір жолдар мен тас жолдарды жобалау, құру және оларды пайдалану мақсаттарында жүргізіледі.

Техникалық нивелирлеу трассаны белгілеу, нивелирлеу және кескіндер сызудан тұрады. *Трасса* дегеніміз- жобаланған сызықты имараттар салынатын жер бетінде осі белгіленіп, картаға түсірілген құрылыстың негізгі арнасы, немесе осы жер бетінде негізгі нүктелерінің координаталары мен берілген цифрлық моделі.

Трассаны белгілеу –түсірілетін жерді алдын-ала байқау, келешек салынатын құрылыстың осін белгілеп, пикеттерді және құрылыс нүктелерін бекіту. Трассаның осі бойынша әр 100 м сайын пикеттер және плюстік ерекше нүктелер бекітіледі. Пикеттік нүктелерді нольден бастап нөмірлейді, яғни пикеттің нөмірі трассаның басынан бастап неше жүз метр жүрілгенін көрсетеді. 3.24-суретте көрсетілген ПК4 трассаның басынан бастап 400 м жүрілгенін көрсетеді. Плюстік нүктелер жердің ойлы-қырлы жерлерін белгілеу үшін керек, олардың тұрған жерін анықтау үшін алдыңғы пикеттік плюстік нүктеге дейінгі қашықтығы өлшенеді. Мысалы ПК4+ 25 плюстік нүкте 4- пикеттен 25 м жерде орналасқанын көрсетеді (сурет-3.24,а)

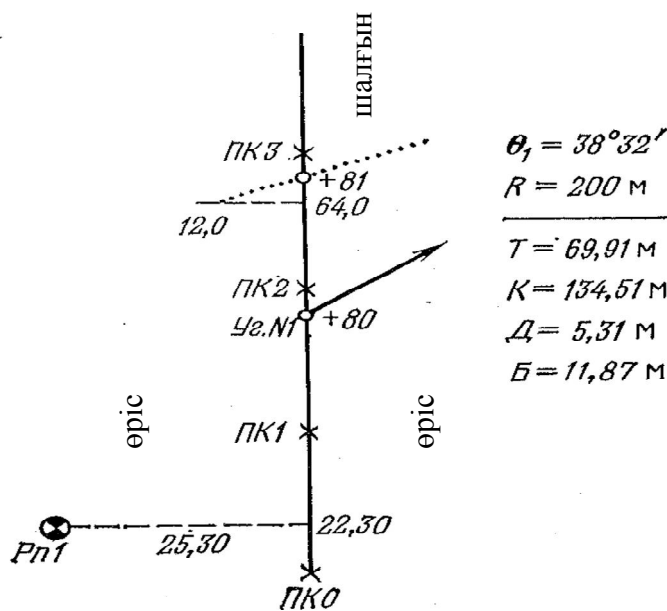
Трассаны белгілеумен қатар трасса осіне перпендикуляр бағытта түсірілетін нүктелерде бекітіледі (сурет 3.24,б). Мұндай түсірулерді кесе – көлденең нивелирлеу деп атайды.



Сурет 3.24- Трассаны нивелирлеу

Мысалы, 3-24-ші суретте көрсетілгендей көлденең нивелирлеу ПК4+25 нүктесінен жолдың сол жағына қарай 20,40,75 м (*Л20, Л40, Л75*) және оң жағына 45, 60 м (*П45, П60*) белгіленген.

Трассаны белгілеу кезінде пикеттік журнал жасалып, оған бекітілген барлық нүктелер салынып жердің ерекшеліктерінің схемасы жасалынады (сурет 3.25).



Сурет 3.25-Пикеттік журнал

Бұл журналда трассаның арнасы түзу ретінде көрсетіліп, бұрылу бұрыштары нұсқалармен көрсетіледі (Бұр.№1 сурет 3.25) Пикетажды журналға барлық пикетердің нөмірлері, көлденеңдік кескіні, бұрылыстардың (қисықтардың) элементтері көрсетіледі. Қисықтар шеңберлі және өтпелі болып бөлінеді. Шеңберлі қисық – ол шеңбердің R радиустағы ұзындығы

Трассаның бұрылатын жерлерінде(сурет 3.25) *Уз.№1* *ПК1+80* трассаның бағытының өзгеруіне байланысты түзу сызығы қисық сызықпен кездеседі. Трассаның қисық сызықпен кездесетін нүктесін (сурет 3.24в, (*ҚБ*) *НК ПК5+45*) қисықтың басы *ҚБ*, аяғын (сурет 3.24в, (*ҚА*) *КК ПК8+55*) қисықтың аяғы *ҚА*, ортасын (сурет 3.24в, (*ҚО*) *СК*) *ҚО*-деп белгілейді (сурет 3.26).

Сурет 3.26 –да көрсетілгендей *ҚБ*, *ҚА*, *ҚО* нүктелері қисықтың негізгі нүктелері болып есептеледі және олар трассаның бұрылу бұрышы ϕ , қисықтың радиусы R , жанасу сызығы (тангенс) T , қисық доғаның ұзындығы K , биссектриса B , және қалдық Q арқылы анықталады.

Трассаның бұрылу бұрышы ϕ тікелей өлшенеді, қисықтың радиусы техникалық нормалар бойынша алынады, ал қисықтың қалған элементтері мына формулалар бойынша

Қисықтың тангенсі (жанама сызығы) $T=Rtg \varphi /2$ (3.5.1)

Қисықтың ұзындығы $K=R\pi \varphi^0/180^0$ (3.5.2)

$$\text{Биссектриса} \quad B = R(\sec \varphi/2 - 1) \quad (3.5.3)$$

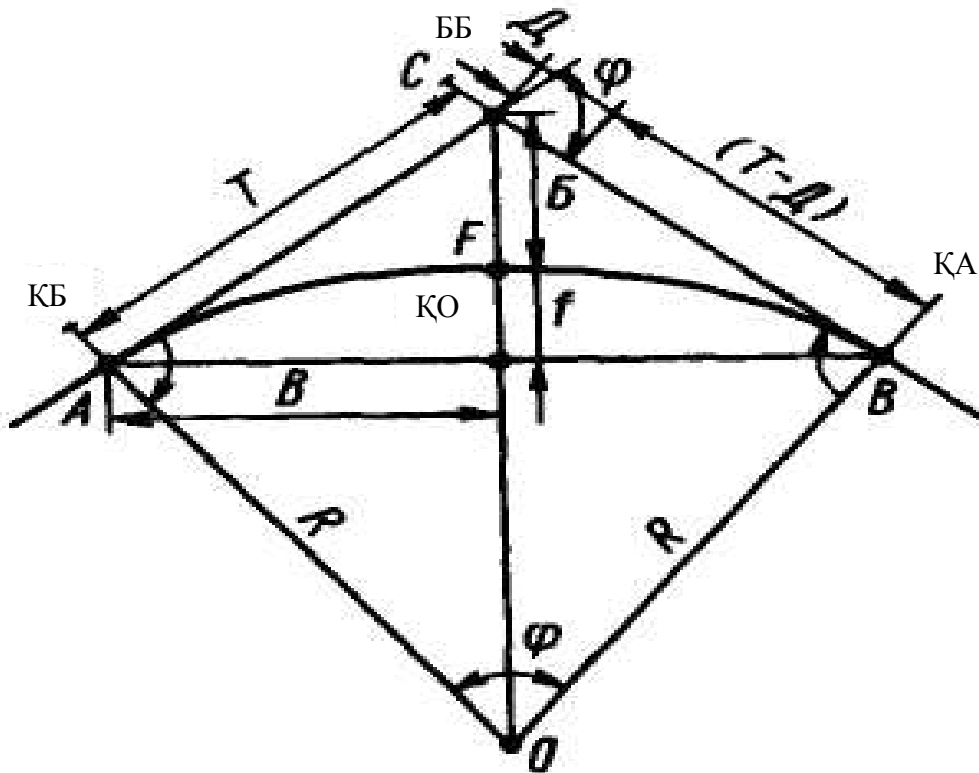
$$\text{Қалдық} \quad K=2T-K \quad (3.5.4)$$

Немесе арнаулы қисықтарды бөлу таблицасы арқылы анықталады.

Қисықтың элементтері есептеліп болғаннан кейін қисықтың басы ҚБ және аяғы ҚА пикеттердің қай нүктесінде жатқандықтары анықталады.

Мысалы, трассаның бұрылу бұрышы ББ $\varphi = 37^{\circ} 40'$, радиусы $R = 150$ м болғанда есептеу арқылы мынандай сандар алынды алынды делік: $T = 51,28$ м; $K = 98,83$ м; $B = 8,52$ м; $К = 3,73$ м; ББ ПК4+20,00.

Осы көрсеткіштер бойынша ҚБ және ҚА пикетаждық орынын тексеру арқылы есептелінеді:



Сурет 3.26- Шеңберлік қисықтың элементтері

Есептеу:	Тексеру:
ББ ПК4+20,00	ББ ПК4+20,00
-Т ПК0+51,28	+ Т ПК0+51,28
ҚБ ПК3+68,72	ПК4+71,28
+К ПК0+98,83	-Қ ПК0+03,73
ҚА ПК4+67,55	ҚА ПК4+67,55

Есептеу нәтижесінде қисықтың басы ҚБ ПК3+68,72 м пикетінен басталып, ал аяғы ҚА ПК4+67,55 м пикетінде бітеді. Осы көрсеткіштерді

3.27-ші суретінің №7-ші графасында белгілеп, егер бұрылыс оң жаққа болса 5 мм төмен түсіріп, сол жаққа болса түзуден жоғары көтеріп, бір-бірімен түзумен қосады да барлық көрсеткіштер жазылады (сурет 3.27)

Нивелирлеу жұмысы пикеттерді белгілі реперлерге байланыстырудан басталады. Егер нивелирлік жүріс мемлекеттік нивелир торының пункттеріне екі жағынан бойласа, онда нивелирлеу бірақ рет жүргізіледі. Егерде трассаның бір –ақ жағы байланса, онда тура және кері бағытта нивелирленеді.

Нивелирлеудің тәртібі 2.31 –суретте, ал есеп алу нәтижелерін журналға жазу және өңдеу кесте 2.4.1 – де (көшірмесі кесте 3.5.1) және 2.4.7-тақырыбында көрсетілген, сондықтан тексеру жұмысына ғана тоқталайық. Нивелирлеу журналын өңдеу «әр беттік» тексеруден басталады, яғни мына теңдеу сақталуы қажет.

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{\text{одо}} \quad (3.5.5)$$

Нивелирлеу журналының әр бетінде жүргізілетін бұл тексеруге плюстік нүктелерден алынған есептер енгілгеннен кейін жалпы нивелирлік жүрістің қиыспаушылығы анықталады.

Егер нивелирлік жүріс екі репердің арасында болса, онда өсімшенің қиыспаушылығы мына формуламен анықталады.

$$f_h = \sum h_{\text{опт.}} - (H_{\text{соң.}} - H_{\text{бас.}}) = \sum h_{\text{оп}} - h_{\text{бел.}}; \quad (3.5.6)$$

мұнда $H_{\text{бас.}}$ және $H_{\text{соң.}}$ – бастапқы және соңғы реперлердің абсолюттік мәндері;

$h_{\text{бел}}$ – екі репердің арасындағы белгілі өсімше.

Егерде нивелирлік жүріс тұйық болса, онда өсімше $h_{\text{бел}} = 0$

$$f_h = \sum h_{\text{опт}} \quad (8.8) \quad (3.5.7)$$

Техникалық нивелирлеуде биіктік өсімшенің шекті қиыспаушылығы мына формуламен есептеледі.

$$f_{h \text{ ш}} = +50_{\text{мм}} \sqrt{L} \quad (3.5.8)$$

Мұнда L – нивелирлік жүрістің ұзындығы, км.

$$\text{Немесе} \quad f_{h \text{ ш}} = +10_{\text{мм}} \sqrt{n} \quad (3.5.9)$$

Мұнда L – нивелирлік жүрістің ұзындығы, км,
 n – нивелирлік жүрістегі станциялар саны

Кесте 3.5.1- Нивелирлеу журналы

стан-ция	Нивелирлеу нүктесі	Рейкадан алынған өлшемдер, мм			h _{есеп.} мм	h _{орташа} мм	h _{түзет.} мм	Г	Н, м
		артқы	Алдыңғы	Аралық	+ -	+ -	+ -		
	2	3	4	5	6	7	8		10

3.5.3 Трассаның бойлық кескінін салу

Кескінді салуда екі түрлі масштаб қолданылады: горизонталь және вертикаль масштабтар жол салуда, әр түрлі құрылыс ісінде, тау кен жұмысында сол жердің рельефі мен геологиялық құрылысын көрсетуде вертикаль масштаб горизонталь масштабтан ондаған есе үлкейтіліп сызылады. Мысалы, горизонталь масштаб 1:1000 болса, оның вертикаль масштабы 1:100 болып келеді.

Бойлық кескінді салу мына жүйемен жүргізіледі:

1. *Шартты горизонтты анықтау.* Шартты горизонт ШГ сызығы деп биіктігі ең төменгі нүкте 5-6 см-ге жоғары орналасуын ескеріп, 10 метрлік санға дейін ықшамдалған горизонт сызығын айтады. Мысалы, 3.5.1-кестесіндегі 10-шы графадағы ең төменгі биіктік нүкте ПК4+40, оның биіктігі Н = 88,78 м болды делік, демек, осы нүктеге лайықты горизонт сызығы ШГ –80,00 м (сурет 3.27).

2. *Бойлық кескіннің торын сызу.* Шартты горизонттың төменгі жағына 3.27 -суретінде көрсетілген графа өлшемдері, арқылы профильдің торы құрылады. Бұл торға профильдегі нүктелердің дәл және жоба биіктіктері, т.б. мәліметтері жазылады.

3. *Бойлық кескінді сызу.* Шартты горизонт сызығына горизонталь масштабта пикеттер мен плюстік нүктелер салынып, олардан перпендикулярлар тұрғызылады. Сол перпендикулярларға вертикаль масштабта нүкте биіктіктері кесінді ретінде салынып, кесінді ұштарын сызықтармен қосылады да трассаның бойлық кескіні салынады.

4. *Жоба сызығын жүргізу.* Жоба сызығы, жүргізілетін қазу жұмыстарының көлемінің аз болуын, аз шығынды және де жоба көлбеулігін ескере отыра жүргізіледі. Жоба көлбеулігі мына формула бойынша анықталады.

$$i=h/d=(H_{\text{соң}} - H_{\text{бас}})/d; \quad (3.5.10)$$

мұнда $H_{\text{соң}}$ және $H_{\text{бас}}$ – жоба сызығының соңғы және бастапқы нүктелерінің профильден алынатын биіктіктері.

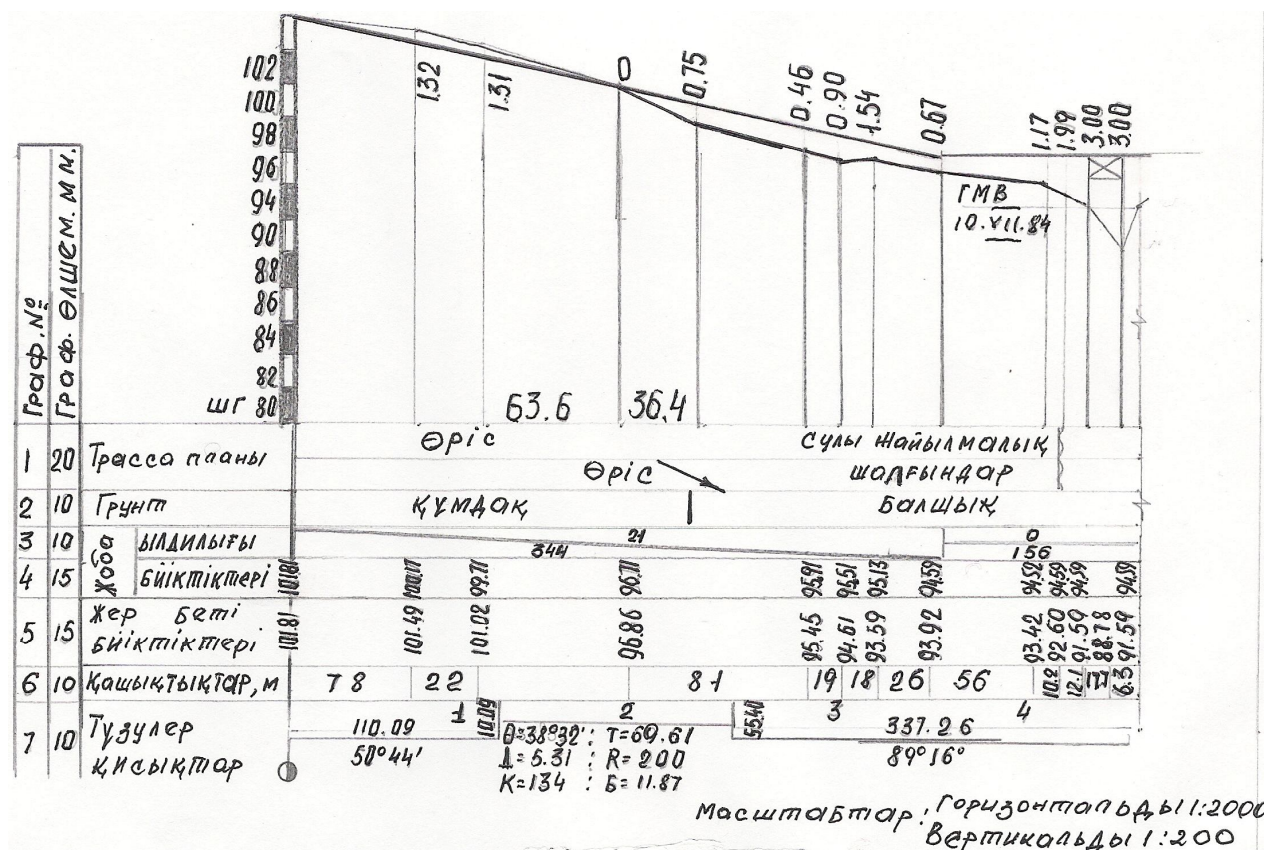
Трассаның басқа нүктелерінің жоба биіктіктері мына формула арқылы есептеледі.

$$H_h = H_d + i d_n \quad (3.5.11.)$$

Мұнда d_n -бастапқы нүктеден трассаның n нүктесіне дейінгі қашықтық.

i –жоба сызығының еңістігі.

5. Жұмыстық биіктіктерді есептеу. Нүктенің жобалық және нақты биіктіктерінің айырмашылығын жұмыстық биіктік дейді. Оң таңбалы жұмыс биіктіктері жоба сызығының үстіне (үйінді) ал кері таңбалары астына (ойып алғандық) жазылады.



Сурет 3.27- Трассаның бойлық кескіні

6. Жұмыс жүргізілбейтін (нольдік) нүктелерді анықтау. Жоба сызығы (қызыл сызық) пен профиль сызығының (қара сызық) қиылысқан нүктелерін нольдік, не жұмыс жүргізілбейтін нүктелер деп аталады, яғни ол нүктелерде жер қыртысын қазу және басқа жақтан топырақ әкеліп төгу жұмыстары жүргізілмейді, жер сол бастапқы қалпында қалады. Ол нүктелердің трасса бойында орналасқан жерлерін 0,1 м дәлдікпен өлшеп табады, өйткені жер қазу жұмыстары солардан басталады. Бұл нүктелер профилде көк туспен белгіленеді.

3.5.4 Жер бетін нивелирлеу

Күрделі инженерлік құрылыс жұмыстары жүргізілетін аудандардың, тау-кен өндіріс орны алаңдарының рельефін планда толық етіп бейнелеу

үшін және суару, құрғату жүйелерін т.б. жобалау жұмыстарын жасау үшін, жер бетін квадраттар арқылы нивелирлейді.

Нивелирлеудің бұл тәсілі ашық алаңдарды 1:500 – 1:5000 – дейінгі масштабтарда түсіру және қазу жұмыстарының көлемін анықтау үшін жүргізіледі. Рельефтің қима биіктіктері 0,1 – 0,5 м болып келеді.

Жердің бет бедеріне және бейнелеудің дәлдігіне байланысты квадраттардың қабырғалары 10 м-ден 100 м-ге дейін барады.

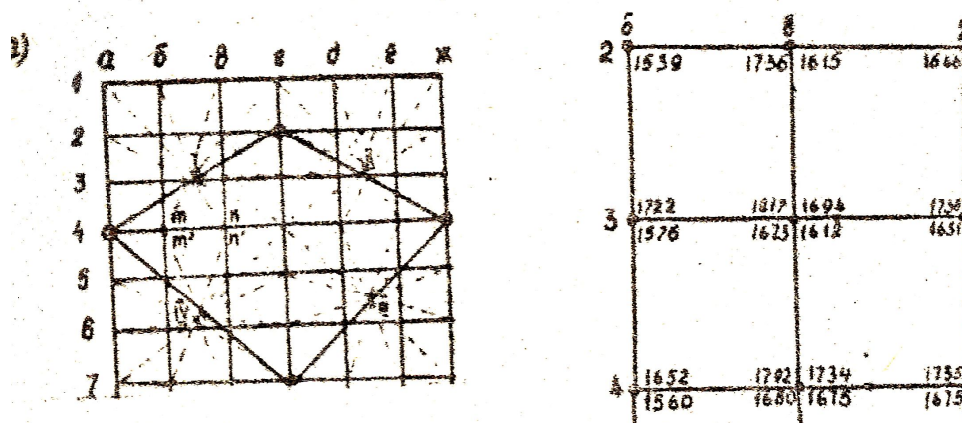
Квадраттар торын құру үшін екі теодолиттің көмегімен бір біріне перпендикуляр қабырғалары 200-400 м бар үлкен полигон, белгіленеді де, содан кейін ол қабырғалар кіші квадраттарға бөлінеді.

Ешгер масштаб 1:1000 болса, онда квадрат қабырғалары 20 м ал масштаб 1:2000 болса – 40 м болады.

Жер бетін нивелирлеудің сұлбасы 3.28а-суретінде көрсетілген полигонды төрт станциядан түсіруге болады, сондықтан осы станциялар арасын нивелирлік жүріспен қосып, биіктіктері анықталады.

Нивелирлік жүрістің ішіне кейбір квадраттар төбесі байланыстырушы нүктелер есебінде кіреді. Мысалы, 2/2, ж/4, а/4 нүктелері тұйық полигон құрайды. Тұйық полигон нүктелерінде өлшем рейканың қара және қызыл жақтарынан, ал аралық нүктелерде рейканың тек қара жағынан алынады. Есептер квадраттардың төбесіне жазылады (3.28 б-сурет).

Түсірілген нүктелердің биіктіктері анықталған соң, берілген масштабта квадраттар планға салынып, әр нүктенің жанына 0,01 м-ге дейін жинақталған биіктіктер жазылады. Рельефтің қима биіктігіне сәйкес, интерполяциялау арқылы горизонтальдар жүргізіледі. Интерполяциялау әдісімен горизонтальдар салу 3.3 тақырыпта қараластырылған.



Сурет-3.28-Жер бетін нивелирлеу

3.5.5 Сынақтық сұрақтар

1 Жер бетін нивелирлеу әдістері және олардың қандай жағдайларда қолданылатындығы;

2 Сызықты имараттарға құрылыстың қандай түрлер жатады және оларды нивелирлеу қандай мақсаттарда қолданылады?

3 Трасса деген не және оларды нивелирлеу қандай жұмыстардан тұрады?

4 Трассаның белгілеу жұмыстары қалай жүргізіледі?

5 Пикеттік журналдардың орындалуы және оның мазмұны;

6 Трассаның қисық сызықпен кездесетін нүктелері және оларды анықтау;

7 Трассаның ұзындық кескінін салу және есептеу;

8 Жер бетін нивелирлеуде істелетін жұмыстар.

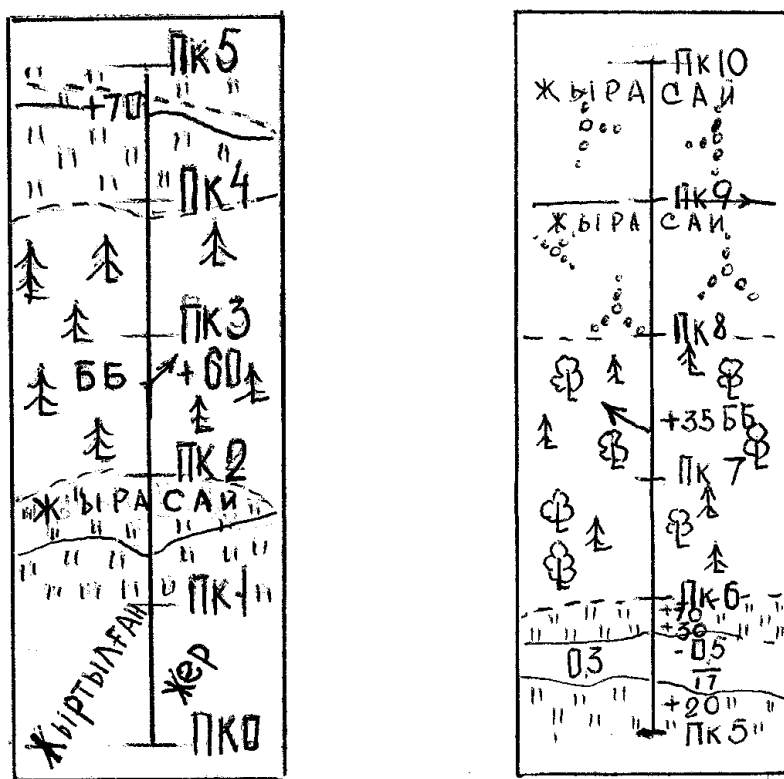
3.5.6 Есептік- графикалық жұмысы

Тақырып: Жолдың трассасын нивелирлеу

Мақсат: Сызықтық имараттардың бойлық кескінін салып үйрену.

Тапсырма: Далалық нивелирлік өлшеу жұмыстарын оқып меңгеру және оны есептеп өңдеу, алынған нәтижелер бойынша трассаның бойлық кескінін салу.

Берілгені: Пикетаж журналы (сурет 3.29) және өлшенілген көрсеткіштер. Нивелирлеу нәтижесі 3.5.2 –кестесінде берілген, ал басқа көрсеткіштер 3.5.3- кестесінде нұсқалармен берілген. Нұсқа нөмірі есептік кітапшаның ақырғы екі саны бойынша немесе оқытушының көрсетуімен анықталады.



Сурет 3.29– Пикетаждық журнал абрисі

Кесте 3.5.2- Байланыстырылған және аралық нүктелердің рейкадағы өлшемдері

№	Станция	ПК+	Рейка өлшемдері, мм		
			артқы	алғы	аралық
	Ст1	Рп1	<u>0471</u> 5259		
	Ст2	ПК0	<u>0683</u> 5470	<u>2014</u> 6800	
	Ст3	ПК1	<u>1115</u> 5905	<u>2400</u> 7183	
		+50			2865
	Ст4	ПК2	<u>2986</u> 7770	<u>1950</u> 6737	
		+60	<u>2804</u> 7590	<u>0413</u> 5200	
	Ст5	ПК3	<u>0317</u> 5100	<u>0377</u> 5160	
	Ст6	+40	<u>0625</u> 5408	<u>2865</u> 7652	
	Ст7	ПК4	<u>0433</u> 5220	<u>2900</u> 7687	
		+70			1527
	Ст8	ПК5	<u>2858</u> 7645	<u>2871</u> 7658	
	Ст9	+20			2916
		+30			2920
		+70			2895
	Ст10	ПК6	<u>2929</u> 7715	<u>0481</u> 5265	
	Ст11	ПК7	<u>1538</u> 6325	<u>0384</u> 5170	
		+35			1017
		ПК8	<u>0684</u> 5470	<u>2215</u> 7000	
	Ст12	ПК9	<u>2831</u> 7615	<u>2808</u> 7595	
	Ст13	ПК10	<u>1567</u> 6350	<u>0947</u> 5730	
	Ст14	Рп2		<u>2492</u> 7275	

Кесте 3.5.3- Реперлер биіктігі, қисық радиусы, бұрылу бұрышы

Нұс қа	Репер биіктіктері, м		Азимут ПК0- ПК1	Қисық 1		Қисық 2		
	Рп1	Рп2		α	R,м	α	R,м	
1	12,250	9,000	19°16'	5°22'	500	22°17'	400	
2	14,560	11,300	20°35'	7°07'	200	16°29'	500	
3	16,770	13,480	30°44'	7°26'	000	14°28'	600	
4	18,125	14,880	40°56'	9°16'	00	12°26'	700	
5	22,015	18,770	50°05'	12°13'	00	9°28'	800	
6	24,175	20,880	60°19'	14°14'	00	7°44'	1000	
7	26,364	23,070	70°23'	16°17'	00	7°13'	1200	
8	28,471	25,180	80°32'	22°44'	00	5°34'	1500	
9	31,536	28,290	100°48'	16°34'	00	8°34'	1000	
10	33,619	30,370	110°53'	15°16'	00	10°42'	800	
11	35,784	32,540	120°08'	13°07'	00	15°34'	600	
12	37,818	34,570	130°13'	10°53'	00	17°38'	500	
13	41,043	37,740	140°26'	9°13'	000	23°25'	400	
14	43,125	39,880	150°35'	7°25'	200	13°13'	700	
15	45,234	41,940	160°47'	5°42'	500	8°25'	1200	
16	49,376	46,130	170°38'	7°43'	200	10°34'	1000	
17	52,413	49,160	190°04'	9°22'	000	11°17'	800	
18	54,536	51,290	200°12'	11°32'	00	16°17'	600	
19	56,647	53,400	210°24'	13°22'	00	17°44'	500	
20	58,753	55,450	220°37'	16°25'	00	23°48'	400	

4 ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ГЕОДЕЗИЯ

Жалпы мәлімет

Құрылыс алаңында жүргізілетін геодезиялық жұмыстар төменгі кезеңдерден тұрады: жобалауға дейінгі геодезиялық ізденіс жұмыстары, жобалау кезеңіндегі геодезиялық жұмыстар, жобадан нақты жерге көшудегі геодезиялық жұмыстар, құрылыстағы күнделікті жұмыстар.

4.1 Инженерлік ізденіс кезіндегі геодезиялық жұмыстар

4.1.1 Ізденіс түрлері;

4.1.2 Құрылыстар салуға алаңды тандап алу және онда жүргізілетін ізденіс жұмыстары;

4.1.3 Сызықты имараттарда жүргізілетін инженерлік- геодезиялық ізденістің ерекшеліктері

4.1.4 Камералық трассалау

4.1.5 Құрылыс салынатын аумақтарда геодезиялық тіректік тораптарын жасау;

4.1.5 Сынақтық сұрақтар;

4.1.6 Есептік -графикалық жұмыс.

4.1.1 Ізденіс түрлері

Құрылыстардың қандай түрлері болмасын, оны салу үшін жоба жасалынады. Осы жобаны жасау үшін, құрылыс салынатын жердің экономикалық және техникалық мүмкіндіктерін жақсы білу керек. Осыған байланысты жобалау алдында кешенді инженерлік ізденіс жұмыстары жүргізіледі. Инженерлік ізденістің негізгі мақсаты- болашақ құрылыс салынатын жерді дұрыс бағалау үшін, сол жердің табиғи және экономикалық жағдайын зерттеу. Кешенді инженерлік іздеу жұмыстары: *экономикалық, инженерлік- геодезиялық, инженерлік- геологиялық, гидрогеологиялық, гидрологиялық, климатологиялық, т.б. жұмыстар болып бөлінеді.*

- *экономикалық ізденіс,-* болашақ құрылыс салынатын жерде, құрылыс салудың тиімділігі анықталынып, ол жерде құрылыс материалдарымен, сумен, энергиямен, транспортпен, жұмыскерлермен, және т. б. құрылысқа керекті жағдайлармен қамтамасыз етілетіні жайын зерттеп белгілейді;

-*инженерлік-геодезиялық ізденіс,-* болашақ құрылыс салынатын жер бетінің бедері, ондағы ситуациялар анықталынады, геодезиялық тірек торлары салынады, әртүрлі масштабты топографиялық түсірістер жүргізіледі, ұзынынан созылған құрылыстарды трассалайды, геологиялық, гидрологиялық, геофизикалық ізденістерге геодезиялық байлаңастыру жұмыстары мен шұғылданады;

-инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық ізденістер,- жер қабаттарының геологиялық жағдайлары, топырақ құрылымы, физика-геологиялық қозғалыстар, жерасты суының қасиеттері т.б. керекті мәліметтер береді;

-гидрологиялық ізденіс,- суқойма мен өзендер жайында (тереңдігі, ағын бағыты, жылдамдығы, т.б.) мәліметтер береді.

Құрылыс түрлері әртүрлі бола тұра, құрылысты салу әдістері көпнесе ұқсас болып келеді. Сондықтан, құрылыс түрлерін біріктіре отырып, *алаңдағы құрылыстар, сызықты имарат құрылыстары* болып екіге бөлінеді. *Алаңдағы құрылыстарға* елді мекендер, өнеркәсіп құрылыстары, аэропорттар, мектептер, клубтар, т.б. ғимараттар мен имараттарды салу жатады. *Сызықты имарат құрылыстарына* жолдар, су,-газ,-жылулық құбырлары, электроток, байланыс жүйелері т.б. инженерлік жүйелер жатады.

Инженерлік- геодезиялық ізденіс жұмыстар құрамына мынандай жұмыстар кіреді: геодезиялық тірек тораптарын салу, топографиялық түсірулер жүргізу, сызықты имараттардың трассасына ізденіс жұмыстарын жүргізу. Инженерлік геодезиялық ізденіс құрылыс салудағы геодезиялық қызметтің бірінші сатысы болып табылады.

4.1.2 Құрылыстар салуға алаңды тандап алу және онда жүргізілетін ізденіс жұмыстары

Инженерлік ізденістердің көлемі мен мазмұны, алаңда салынатын құрылыстар мөлшеріне, жобалау жұмыстарының түрлеріне, жергілікті жердің жағдайына, жобалау кезеңдеріне байланысты жүргізіледі. Құрылыс салынуға белгіленген алаңдар: пайдалануға ыңғайлы, дайындық және игеру жұмыстарына аз шығын кететін, техникалық талаптарға сай болуы қажет.

Мүмкіндігіне қарай құрылыс салынатын алаңды тандап алу мынандай талаптар мен жүргізіледі;

- ауылшаруашылығына жарамсыз;
- геологиялық, гидрогеологиялық жағдайлары қолайлы, яғни алаңдағы топырақ 0,15 МПа қысымдыққа қарсыласа алатындай болуы, су деңгейінің терең жатуы және алаңды су алмауы;
- құрылыс салынатын алаңға, барлық салынатын құрылыстар мен болашақта салынатын құрылыстардың орналасуы;
- автокөлік,-темір жолдар, бар жолдармен қосылуға ыңғайлы және оларды салуға, кеңейтуге көп шығын жұмсалмайтындығы;
- жер рельефі (бедері) бірыңғай, ылдильығы (ең кіші ылдыйлық 0,003...0,005, ең үлкен 0,06...0,08) бір жаққа немесе ортаға қарай орналасқан, жаңбыр және қар сулары тоқталмай ағып кетуге ыңғайлы, алаңды вертикальды бағыттауда топырақ көлемдерінің шамалылығы;
- су қоймаларының т.б. су көздерінің барлығы және олардың қалаларды, өнеркәсіптерді, тұрғын үйлерді су мен үздіксіз қамтамасыз етіуі;
- құрылысты салу кезінде су мен, газ бен, энергия мен, жанар май мен, жолдар мен т.б. жағдайлар мен қамтамасыздандыру;

- бөлек орналасқан өнеркәсіптердің, аэропорттардың, гидротүйіндердің маңайларында тұрғын үйлер салуға бос алаңдар қарастыру.

Құрылыс салатын алаңды таңдап алу, камеральдық жағдайда жүргізіледі. Бірнеше нұсқаларды салыстыра отырып, солардың ішінен далалық зерттеу жұмысына қолайлысын таңдап алады да, бірінші кезеңде алаңда мынандай дәлдеу жұмыстарын жүргізеді: алаңның инженерлік-геологиялық, гидрогеологиялық жағдайлары; темір жол мен тас жолдарға қосылу жағдайы; канализациялық коллекторлардың шығу жағдайы; дайындық және игеру кезінде кететін шығын жағдайы; құрылыс территориясын бөлу туралы рұқсат; т.б. ұйымдастыру жағдайлары.

Құрылыс жобасын жасау үшін, құрылыс салуға белгіленген алаңды және іргелес жатқан алаңдарды жердің бет бедерінің қима биіктіктері 1м масштабы 1:2000 топографиялық түсірістер жүргізіліп, осы алаңның бұрыннан жасалынған карталары мен пландары толықтандырылып жаңартылады. Осы жаңартылған карталар мен пландарға қосымша масштабы 1:10000...1:25000 ситуациялық план жасалынады. Осы ситуациялық пландарға өнеркәсіп алаңдарының, тұрғын аудандардың, су жиналатын және су тазалайтын имараттардың, бар темір жолдар мен тас жолдардың, тоғайлардың, құрылыс материалдарын алатын карьерлердің, қосымша өнеркәсіптердің контурлары және осыларға баратын жолдардың, су құбырларының, канализацияның т.б. жобаларын белгілейді.

Топографиялық түсірулермен бірге үлкен масштабты инженерлік – геологиялық түсірулер жүргізіледі. Негізгі имараттардың жұмыс сызбаларын жасау үшін, жердің бет бедерінің қима биіктіктері 0,5 м, масштабы 1:1000...1:500 анықталған инженерлік – геологиялық, гидрогеологиялық барлау топографиялық немесе аэрофототүсірулер жүргізіледі. Ізденістер жұмыстары кезінде ең қолайлысы 1:7000...1:10000 масштабты аэрофототүсірулер болып табылады, өйткені олар 1:2000 масштабты толығырақ пландар, 1:10000 масштабты карталар жасауға ыңғайлы.

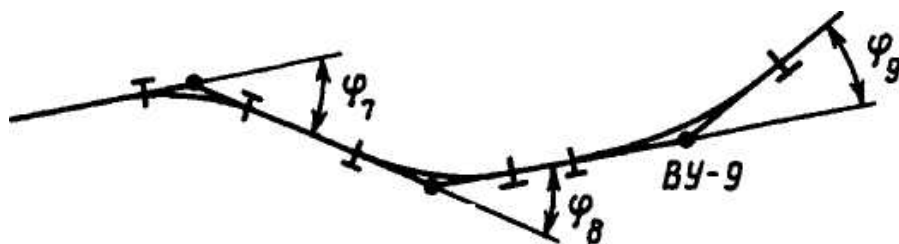
Жобалаудың жұмыс құжаттарын жасау кезеңінде, алаңның елді мекендер салынатын аудандары 1:1000...1:500 масштабты түсірулермен жүргізіледі. Жер рельефі қолайлы алаңдарында түсіріс 20x20 немесе 40x40 м квадраттарды нивелирлеу арқылы жүргізіледі. Түсірудің қандай түрлері болмасын жердің бет бедері бейнеленіп, имараттар мен ғимараттардың координаттары белгіленуі тиіс.

4.1.3 Сызықты имараттарда жүргізілетін инженерлік- геодезиялық ізденістің ерекшеліктері

Сызықты имараттардың (жолдар, су құбырлары, каналдар, т.б.) инженерлік - геодезиялық ізденістерінің басты мақсаты, - келешек салынатын трассаның жер бетіндегі ұзындық және биіктік осін табу.

Трассаның негізгі бөлшектері: *план*- ол, трассаның горизонталь жазықтықтағы проекциясы (сурет 4.1); *бойлық кескін(профиль)*-ол, жобаланған трасса жоспарының вертикальдық кескіні. Трассаның жоспарын

мүмкіндігінше түзу жасауға тырысады, өйткені түзуден ауытқу жол арнасының ұзартылуына, жол салудың, оны пайдалануының қымбаттауына әкеліп соғады. Бойлық кескінде трасса шектелген ылдилықты қамтамасыз етуі қажет.



Сурет 4.1- Трассаның жоспары

Бірақта жоспар мен бойлық кескіндерге қойылатын талаптарды нақты жер бетінде орындау қиындыққа түседі де, трассаны түзуден бұрып кездескен қиындықтарды (рельефі үлкен ылдиы, геологиялық, - гидрогеологиялық қолайсыздықты) айналып өтуге тура келеді. Сондықтан трассаның жоспары,- түрлі бағыттағы түзулерден тұрады да, олар өзара әртүрлі радиусты қисықтар мен жалғасады (сурет 4.1). Ал, трассаның бойлық кескіні,- ылдиығы әртүрлі вертикалдық қисықтарды қосатын түзулер кесіндісінен тұрады. Кейбір трассаларға (электр жүйелері, канализация) горизонтальдық және вертикальдық қисықтар жобаланбайды, трасса кеңістіктегі қисық сызықтар мен көрсетіледі. Жоба трассаның қандай салада пайдалануына байланысты, олардың техникалық талаптарына сай жасалынады. Мысалы, жол трассаларына қойылатын талап,- көліктердің жүруге жайлылығы және есептелген жылдамдықпен жүру қауыпсыздығы. Сондықтан, жол трассалары ең үлкен илдиылықтар мен ең кіші бұрылу радиустары мен шектеледі. Өз бетімен ағатын су каналдары мен су құбырларының керекті жылдамдықпен ағуға керекті ылдиығы жобалананады. Трассаның бұрылу дәрежесі, бұрылу бұрышының шамасы мен белгіленеді. *Трассаның бұрылу бұрышы* дегеніміз, -бір бағыттағы трассаның түзу осінің жалғасымен трассаның бұрылғандағы жаңа бағыттағы осінің арасындағы бұрыш. Магистральдық темір жолдар, құбырлар, электр жүйелерінің бұрылу бұрыштары $15 \dots 20^\circ$, бұл салынатын жолдың және құбырлардың шамалы ұзаруына әкеліп соғады.

Құбырлардың, темір және автомобиль жолдарының түзу бөлімшелері белгілі бір шеңберлі қисықтар мен жалғасады. Темір жолда,- ең кіші рұқсат берілген қисықтар шеңберлерінің радиусы 400...200 м, тас жолдарда,- категорияларына байланысты 600...60 м, каналдарда,- олардың ендерінен 5...6 есе көп, құбырлар трассаларында,- $1000d$, мұнда d – құбырдың диаметрі.

Егерде жолдардың қисықтарының радиусы 3000м (теміржол), 1500 метрден (тас жол) кем болса, көліктер жүрістеріне ыңғайлы және

қауыпсыздықтарын сақтау үшін, шеңберлі қисық өтпелі қисық пен жалғасады.

Трассаның бойлық кескіннің маңызды бөлшегінің бірі оның ылдильғы. Осы ылдильқты сақтау үшін, әсіресе таулы, аттамалы жерлерде трассаларды ұзартуға тура келеді. Оларды ұзартуға мынандай жағдайлар себепші болады: 1 және 2-ші категориялық магистральдық темір жолдардың ылдильғы 0,012, жергілікті темір жолдардікі- 0,020; тау жолдарында 0,030; автомобиль жолдарының ылдильғы- 0,040...0,090; каналдардың ылдильғы 0,001...0,002; арынды құбырлардың ылдильғы көбірек. Вертикальдық қисықтың радиусы имараттың түріне, бағытына (қайқылығына) байланысты 1000...200 м болады.

Трассаларды бегілеуде, салуға және пайдалануға тиімді, барлық талаптарға сай жүргізілетін инженерлік-ізденіс кешенін *трассалау немесе трассаны белгілеу* дейді. Тиімді трассаны таңдап алу үшін, технико-экономикалық салыстыру арқылы бірнеше нұсқалар қарастырылады. Егер трассалауды топографиялық планмен немесе аэрофотосуреттермен анықталса оны *камеральдық* дейді. Егер оны жергілікті жерде жүргізсе, оны *далалық* дейді. Трассалау пландық және кескіндік (профильдік) параметрлерге бөлінеді. *Пландық* параметрлерге бұрылу бұрышы, горизонтальдық қисықтың радиусы, өтпелі қисықтың ұзындығы, өтпелі түзу жатса, *кескіндікке*- бойлық ылди, профиль элементтерінің ұзындығы (жоба қадамы), вертикаль қисықтың радиусы жатады. Өз бетімен су ағатын құбырларына, каналдарға маңыздысы бойлық ылдимен қамсыздандыру, қысымдық құбырларға, электр және байланыс жүйелеріне жергілікті ылдильық әсер етпейді, сондықтан оларды қысқа қолайлы жерлермен трассалайды. Табиғи эстетикасын бұзбайтындай, сызықты имарат құрылыстардың қай түрі болмасын трассалау жер бетінің ландшафтына сай болуы тиіс. Мүмкіндігінше трассаны халық шаруашылығына керексіз жерлерге жобалайды. Сызықты имарат құрылыстарының технологиясы ізденіс стадиясымен байланысты болады. Ізденіс стадияларында нақты камералық және далалық трассалау жұмыстары жүргізіліп ең оңтайлы нұсқалы трассаны таңдап, сол трассаға жобалау үшін материалдар жиналады.

Жұмыс жобасын жасау үшін құрылыс салынар алдында далалық ізденіс жұмыстары жүргізіледі. Осы ізденісте трассаның жобасы бойынша жергілікті жерде трассалық жұмыстар жүргізіліп, бұрылу бұрыштары және трассамен жүру жағы анықталып, жол осін бекітіп, пикетаждар және көлденеңдік кескіндер белгіленіп, егер керек болса жер бедері қиын жерлерде қосымша өту және қиылысу ірі масштабты түсірулерін жүргізеді. Сонымен бірге инженерлік геологиялық барлау, гидрометриялық су қоймасын өлшеу, топырақтар жағдайы тексеріліп, трассаны соңғы шешімге келтіреді.

Барлық техникалық талаптарға сай оңтайлы вариантағы трассаны таңдау әуелі топографиялық карталар мен пландар арқылы анықталады (камералық трассалау).

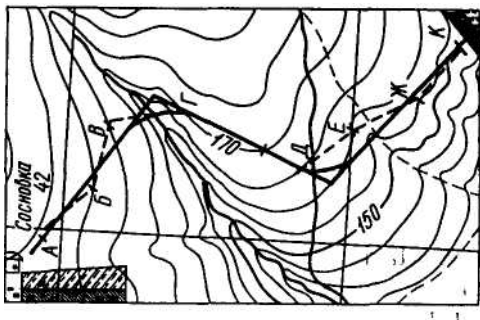
4.1.4 Камералық трассалау

Топографиялық картада камералық трассалау жер бедерінің жағдайына байланысты байқап көру немесе шектелген еңістікті салу тәсілдерімен жүргізіледі.

Байқап көру тәсілі жер бедерінің жазықтау жерінде топографиялық карталарда трассалау үшін қолданылады. Берілген нүктелер арасына ең қысқа трассаны белгілейді де, оның қырынан қарағандағы бойлық пішінін салып, оның бойымен жолдың жобаланған ылдилығын салады. Осы пішінді және оның ылдилығын талдай отырып, трасса бойының кейбір жерін оңға немесе солға бұрудың қолайлығын анықтайды да, осы жерді қайта трассалап ретке келтірілген жол арнасының жобасы жасалынады.

Шектелген ылдилықты салу тәсілі жер бедері қиын жерлерде (таулы, төбелі ойпаңды т.б.) берілген бағыт бойынша топографиялық карталарда жолдың категориясына байланысты шектелген ылдилығымен трассалау үшін қолданылады. Ол үшін, берілген картаның масштабы бойынша $1:M$, бедер қимасы h арқылы шектелген ылдилықтың $i_{\text{шект}}$, салындысын a анықтайды. Мысалы, картаның масштабы $1:25000$, бедер қимасы $h=5$ м, $i_{\text{шект}}=0,020$ $a=5000:(0,020 \times 25000) = 10$ мм.

Осы табылған салынды a бойынша картадан еркін және қызу жүріс деп аталатын трассалаудың бір-бірінен айырмашылығы бар жергілікті жер бөлімшелерін белгілейді. Жергілікті жер бөлімшелерінің орташа ылдилығы, шектелген ылдилықтан үлкен болса, оны *қызу жүріс* дейді, ал аз болса *еркін жүріс* дейді. Еркін жүріспен анықталатын жергілікті жер бөлімшелерінде, жол арнасын, кедергілерді айналып өту арқылы ең қысқа бағытпен белгілейді.



Сурет 4.2- Шектелген ылдилықпен трассалау

Қызу жүріспен анықталатын жергілікті жер бөлімшелерінде, шектелген ылдилықты сақтау үшін, алдымен түзудің нөлдік жұмысын анықтайды. Нөлдік жұмыс, жерді қосымша оймай немесе үймей шектелген ылдилықтың сақталатын жері. Картада көрсетілгендей (сурет 4.2) өлшеуіш циркульмен А нүктесімен К нүктесінің арсын шектелген ылдилықпен трассалағанда картада А, Б, В,.....,К нүктелерінде нөлдік жұмыс орны анықталған, бірақта бұл нүктелер жолдың остік арнасы бола алмайды, өйткені олардың арақашықтықтары қысқа болғандықтан, шектелген қисық радиустарын салуға келмейді. Сондықтан, нөлдік жұмыс орындарын бұрылу

бұрышын сақтай отырып, түзетіп ұзартады. Нормативтық талаптарға сай қисықтардың радиустері анықталады.

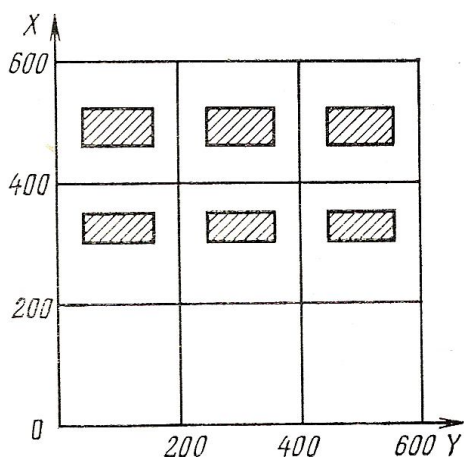
4.1.5 Құрылыс салынатын аумақтарда геодезиялық тіректік тораптарын жасау

Құрылыс салынатын аймақтарға, мемлекеттік тірек тораптары мен байланыстырылған және оның дамытылған түрінде бекітілген геодезиялық торлар салынып, олар геодезиялық бөлу негіздерін жасайды. Осы геодезиялық бөлу негіздері құрылыс салу кезінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстарға әзірленген деректер болып табылады. Пландық бөлу негіздерін құрылыс торлары, қызыл сызық жүйелері, триангуляция, трилатерация, полигонометриялық және сызықты –бұрышты торлары түрлерінде дайындайды.

Биіктік бөлу негіздерін нивелирлік жүрістермен 2,3,4 класстық торлар жасау арқылы, мүмкіндігінше пландық бөлу негіздері мен бірге дайындайды.

Мемлекеттік тораптары жоқ құрылыс салынатын аумақтарда ірі масштабты түсіру жұмысын жүргізу үшін, жоспарлық геодезиялық негіз ретінде, бос дербес триангуляция, трилатерация, полигонометрия тораптары салынады. Инженерлік имараттарды салу үшін пайдаланатын жоспарлық геодезиялық негіздер бос дербес тораптар ретінде салынады.

Бөлу жұмыстарын жүргізу үшін, геодезиялық жоспарлық негіздің ең ыңғайлы түрі,- геодезиялық құрылыс торы болып табылады (сурет 4.3).



Сурет 4.3- Құрылыс торы

Құрылыс торы ғимараттар мен имараттардың негізгі остеріне, жолдарға, қызыл сызықтарға параллель орналасқан қабырға ұзындықтары 50, 100, 200 м, квадрат торабы. Құрылыс торын бас жоспар бойынша жобалайды, содан кейін жергілікті жерге көшіріледі. Квадрат төбелерін үстіне темір пластинка (кеспелтек) орнатылған темір бетонды қиық пирамидалармен бекітеді. Квадрат төбелерінің координаталары әдетте

жекеше (шартты) жүйеде бейнеленеді. Жүйенің бастапқы координаты ретінде құрылыс торының төменгі сол жақ төбесін алу ыңғайлы болады.

Геодезиялық бөлу жұмыстарына қойылатын негігі құжаттар ҚНЖЕ «Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар» ресми басылымдарда көрсетіледі.

4.1.5 Сынақтық сұрақтар;

- 1 Ізденістің қандай түрлерін білесіз?;
- 2 Топографиялық- геодезиялық ізденістер құрамына нелер кіреді?;
- 3 Инженерлік- геодезиялық ізденіс жұмыстар құрамына қандай жұмыстар жатады?;
- 4 Құрылыс алаңында пландық және биіктік негіздер қалай құрылады?;
- 5 Құрылыс алаңындағы геодезиялық тірек тораптарының міндеттері неде?;
- 6 Құрылыс торы дегеніміз не, ол не үшін керек?;
- 5 Сызықты имарат құрылыс трассаларының ізденіс жұмыстарында атқарылатын жұмыстар?;
- 7 Сызықты имарат құрылыстарының трассасына қойылатын талаптар.

4.1.6 Есептік -графикалық жұмыс

Тақырыбы: Инженерлік ізденіс

Мақсаты: Жолды камералық трассалау

Керек құралдар: Топографиялық карталар, сызғыштар, өлшеуіш циркульдер, транспартирлер, микрокалькулятор.

Тапсырма: Масштабы 1: 25000 немесе 1:50000 карталарымен берілген екі нүкте аралығында 2-ші категориялық жол арнасын трассалау (тапсырманы ұстаз үлестіреді). Жұмыс орындау тәртібі 4.1.4-ші тақырыпта келтірілген.

4.2 Жобалау жұмыстары кезінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

4.2.1 Бас жоспар;

4.2.2 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттар жобаларын көшіруге дайындық;

4.2.3 Горизонталь және еңіс алаңдарды жобалау;

4.2.4 Жерді жұмыстарының картограммасын жасау және жер жұмысының көлемін есептеу;

4.2.5 Сынақтық сұрақтар;

4.2.6 Тәжірибелік сабақ;

4.2.7 Есептік- графикалық жұмыс.

4.2.1 Бас жоспар

Бас жоспар, - топографиялық планда салынған және салынатын ғимараттар мен имараттар орналастырылған техникалық құжаттама. Бас жоспар 1:500, 1:1000, 1:2000 масштабтағы түсіру жұмыстарының нәтижесінде құрастырылған топографиялық планның негізінде жасалынады.

Құрылыс бас жоспары, – тұрақты ғимараттар мен имараттардан басқа барлық уақытша және қосымша ғимараттар мен имараттар түсірілген жоспар.

Бас жоспарда ситуациялар, жердің бет бедері және құрылысты салу қызыл сызықтары көрсетіледі.

Құрылыстық қызыл сызық, - квартал мен көшенің шекаралары, бұл сызықтан жер бетінде көшеге қарай ғимараттардың бірде – бір бөлігі шықпауы тиіс. Жергілікті жерге қызыл сызық геодезиялық тірек пункттерінен салынып, берік геодезиялық белгілермен бекітіледі.

Ғимараттар мен имараттарды жобалау екі сатыда жүргізіледі: бірінші сатыда техникалық жоба, екінші сатыда жұмыс сызбасы жасалынады.

Техникалық жобада негізгі ғимараттар мен имараттарды орналастыру, техникалық- экономикалық негіздеме қарастырылынады. Жұмыс сызбасында ғимараттар мен имараттардың құрылым бөлшектері, остерді бөлу сызбалары, ғимараттар мен имараттардың остерін геодезиялық тірек пункттеріне байланыстыру жобасы беріледі. Жұмыс сызбасын жасауға негізгі мәліметтерді жобаны жасау кезінде алады.

4.2.2 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттар жобаларын көшіруге дайындық

Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттар жобаларын көшіру деп, жобалық мәліметтерді дайындап, ғимараттар мен имараттардың негізгі нүктелерін, геодезиялық аспаптардың көмегімен бұрыштарды, ұзындықтарды және басқадай геометриялық мөлшерлерді өлшеп, арнаулы

белгілермен бекіте отырып, жер бетіне көшіру үшін жүргізілетін геодезиялық кешендік жұмысты айтады.

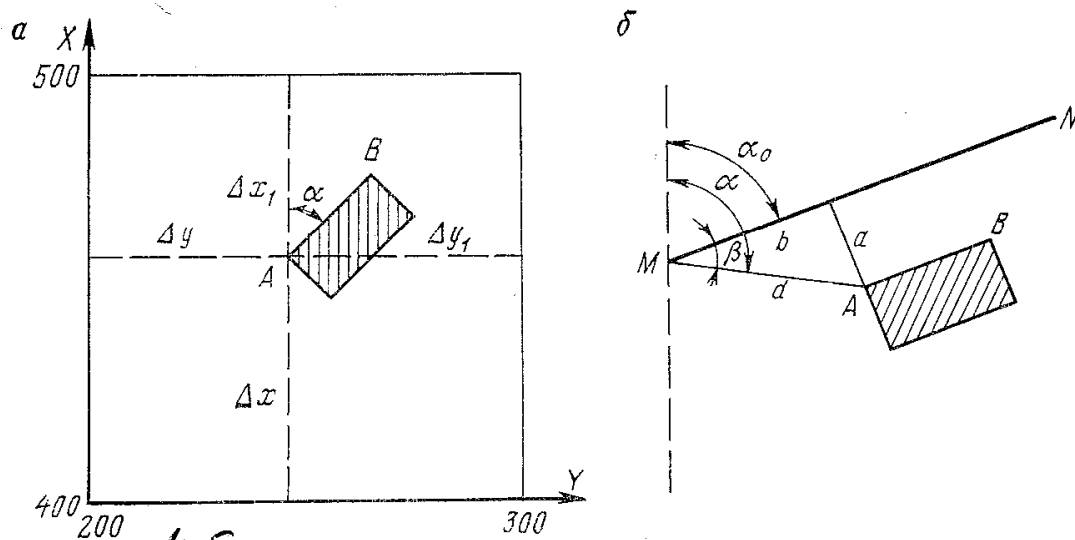
Бас жоспарда өлшеу арқылы немесе математикалық есептеумен имараттардың негізгі және ерекше нүктелерінің координаталарын, ерекше нүктелердің биіктіктерін, бұрыш мөлшерлерін, биікайырымдарын, байланыстыру бағыттарын, реперлерді анықтап, жоспарды жергілікті жерге көшіріп бекітуге керекті мәліметтерді дайындайды.

Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттардың жобаларын көшіру үшін, *графикалық, аналитикалық және құрастырылу* әдістері қолданылады.

Графикалық әдісте барлық керекті мәліметтер: қашықтықтар, дирекциондық бұрыштар, координаталар сызба құралдарының көмегімен, бас жоспардың өзінде анықталады. Масштаб бойынша анықталған қашықтықтардың қателігі мына формуламен анықтауға болады $\Delta d = kM$, мұнда k - циркульмен алынған мөлшердің ең кіші мәні, жайшылықта қабылданылады- 0,2 мм; M - сандық масштабтың бөлімі. Мысалы, 1:1000 масштабында $\Delta d = 0,2\text{м}$, 1:2000 масштабында $\Delta d = 0,4\text{м}$.

Транспортирмен өлшенген дирекциондық бұрыштың шектелген қателігі $\Delta\alpha = 6'$; горизонталь бұрыштың шектелген қателігі $\Delta\beta = 6' \sqrt{2} = 8'$.

Сызықтың дирекциондық бұрышын бастапқы және ақырғы нүктелердің координаталарын кері геодезиялық есептерді шығару арқылы дәл анықтауға болады.



Сурет 4.4- Графикалық және аналитикалық әдістермен А нүктесінің координатасын анықтау

Имараттың А нүктесінің координаталарын анықтау (сурет 4.4).
А нүктесінің координатасы мына формулалар мен көрсетілген

$$x_A = x + \Delta x; \quad y_A = y + \Delta y \quad (4.2.1)$$

мұнда x және y координаталық тордың төменгі сол жақтағы бұрышының координатасы, Δx және Δy графикалық әдіспен жоспардан алынған координаталар.

Қағаздың деформациясын еске ала отырып, А нүктесінің координатасын мына формуламен есептейді

$$x_A = x + L\Delta x(\Delta x + \Delta x_I); \quad y_A = y + L\Delta y(\Delta y + \Delta y_I) \quad (4.2.2)$$

мұнда L - координаталық тордың қабырғасының ұзындығы.

Осылайша В нүктесінің координатасын да табуға болады.

Аналитикалық әдісте ғимараттар мен имараттардың жобадағы барлық нүктелерінің горизонталь жазықтықтағы орынын, тік бұрышты координаталарды (x, y) талдап есептеу арқылы анықталынады. Мысалы, 4.4б-суретінде көрсетілген А нүктесінің орны планда құрылысты салу қызыл сызығынан MN , a және b кесінділерімен берілген, M нүктесінің координатасы x_M және y_M белгілі. А нүктесінің координатасын есептеу үшін, MA түзуінің дирекциондық бұрышын α және оның ұзындығын d білу қажет.

4.4 б – суретінде көрсетілгендей

$$\alpha = \alpha_0 + \beta, \quad (4.2.3)$$

мұнда, α_0 – MN түзуінің дирекциондық бұрышы, ал

$$\operatorname{tg} \beta = a/b; \quad (4.2.4)$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}. \quad (4.2.5)$$

А нүктесінің координатасы тең болады

$$x_A = x_M + d \cos \alpha; \quad y_A = y_M + d \sin \alpha. \quad (4.2.6)$$

В нүктесінің координатасын төменгі формулалар мен есептеуге болады

$$x_B = x_A + AB \cos \alpha_0; \quad y_B = y_A + AB \sin \alpha_0. \quad (4.2.7)$$

Ғимараттың осі АВ, қызыл сызық MN-ге параллельно. Аналикалық әдістің дәлдігі есептеудің дәлдігіне байланысты болады, сондықтан есептеу керек дәлдікпен есептелінеді және планның масштабына байланысты болмайды.

Құрастырылу әдісінде жобаланатын ғимараттардың кейбір нүктелері, түзулері және дирекциондық бұрыштарды графикалық әдіспен анықталады, ал басқа көрсеткіштері аналитикалық әдіспен анықталады. Мысалы, 4.4,б – суретінде көрсетілген А нүктесінің координаталарын графикалық әдіспен анықтап, В нүктесінің координаталарын 4.2.7-ші формуламен анықтауға болады. Егерде ғимараттың АВ осі қызыл сызыққа параллель болмаса, дирекциондық бұрышты транспортер мен өлшеуге болады.

4.2.3 Горизонталь және еңіс алаңдарды жобалау

Бас жоспардың негізгі бір бөлімі, жергілікті жердің бетін вертикалды тегістеу жобасы болып табылады. Осы жоба бойынша құрылыс алаңының бет бедері жер жұмысын жүргізу арқылы өзгертіледі.

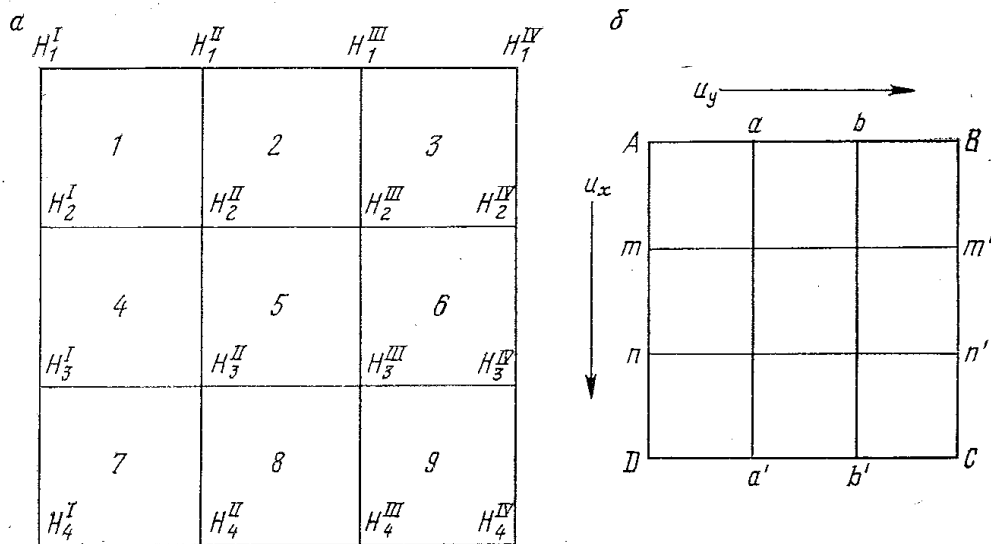
Горизонталды алаңды жобалау 1:5000- 1:500 масштабты топографиялық пландармен немесе жер бетін нивелирлеу нәтижесінде ойық пен үйіндіге жерді жылжытуда жер көлемі шамамен нөлдік баланс беретіндей жағдайда жүргізіледі. Бұл мәселені шешу үшін, құрылыс алаңына қабырға ұзындықтары 10 нан 50 метрге дейін болатын квадрат торларын нивелирлеп, тегістелетін алаңның орташа биіктігін анықтайды.

Мысалы, 1-ші квадраттың (сурет 4.5,а) есептелген бұрыштар биіктіктері $I_1^I, I_1^{II}, I_2^I, I_2^{II}$, 2-ші квадраттың биіктіктері $I_1^{II}, I_1^{III}, I_2^{II}, I_2^{III}$ және т.б.

Әрбір квадраттың орташа биіктік мәні

$$I_1 = \frac{I_1^I + I_1^{II} + I_2^I + I_2^{II}}{4}; \quad I_2 = \frac{I_1^{II} + I_1^{III} + I_2^{II} + I_2^{III}}{4}; \quad (4.2.8)$$

және т. б.



а- горизонталь алаңды жобалау; б- еңістік алаңды жобалау

Сурет 4.5- Квадрат торлары

Алаңның жобалық биіктігі, барлық квадраттардың орташа биіктіктерінің қосындысының орташа мәніне тең болады

$$I_0 = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n}{n}; \text{ немесе } H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n}. \quad (4.2.9)$$

Мұнда, n - квадраттар саны, ΣH_1 - бір квадратқа жататын төбе биіктерінің қосындысы; ΣH_2 - екі квадратқа жататын төбе биіктерінің қосындысы; ΣH_4 - төрт квадратқа жататын төбе биіктерінің қосындысы.

Квадрат төбелерінің жұмыс биіктіктері мына формулалармен есептелінеді

$$\Delta h_1' = H_0 - H_1'; \Delta h_1'' = H_0 - H_1''; \Delta h_1''' = H_0 - H_1'''; \Delta h_1^{iv} = H_0 - H_1^{iv}. \quad (4.2.10)$$

және т. б.

Жұмыс биіктіктерінің дұрыс есептелгендігі мына формуламен тексеріледі

$$\Delta h_0 = \frac{\Sigma \Delta h_1 + 2\Sigma \Delta h_2 + 4\Sigma \Delta h_4}{4n} \approx 0 \quad (4.2.11)$$

Берілген бойлық еңісі u_x ; көлденең еңісі u_y және бастапқы нүкте H_A арқылы су тоқтамас үшін, еңіс алаңы жобалынады (сурет 4.5,б).

Бастапқы нүкте H_A -дан d_x және d_y қашықтықта орналасқан кез келген нүктелердің жобалық биіктіктері мына формуламен анықталады

$$H_{жоба} = H_A + d_x u_x + d_y u_y. \quad (4.2.12)$$

Барлық төбелердің жұмыс биіктігі жобалық биіктікпен, нақты биіктіктің (жер беті биіктігінің) айырмашылығына тең.

Горизонталь және еңіс алаңдарды жобалағанда есептелген жобалық және жұмыс биіктіктері нақты биіктіктердің үстіне жазылады. Вертикальдық тегістеуде жер жұмыстарын жүргізу үшін, жұмыс биіктіктерін оң және теріс таңбаларымен белгіленген әрбір квадраттар төбелеріне «күзетші қазықтар» қағылады. Оң таңбалы жұмыс биіктіктері үйіндінің биіктігін, теріс таңбалы-ойықтың тереңдігін көрсетеді.

4.2.4 Жер жұмыстарының картограммасын жасау және жер жұмысының көлемін есептеу.

Жер бетінде вертикальды тегістеу жұмысын жүргізу үшін, графикалық құжат ретінде ірі масштабты нивелирлік планға негізделіп салынған жер жұмысының картограммасы (сурет 4.6) болып табылады. Картограммада нақты, жоба, жұмыс биіктіктері, жұмыстың нөлдік сызықтарының орындары көрсетіледі. Нөлдік жұмыс нүктесінің квадрат қабырғаларындағы орнын анатикалық тәсілмен анықтайды.

$$x = \frac{d}{\Delta h_1 + \Delta h_2} \cdot \Delta h_1 \quad (4.2.13)$$

мұнда, d - квадрат қабырғаларының ұзындығы; Δh_1 және Δh_2 – жұмыс биіктіктерінің абсолют мәндері (санның таңбалары еске алынбай қосылады).

Нөлдік жұмыс нүктесінің квадрат қабырғаларындағы орнын, тұтас қабырға төбелеріндегі жұмыс биіктіктері оң және теріс таңбалы болғанда ғана анықтайды.

Мысалы. Нүктелердің жұмыс биіктіктері $\Delta h_1 = -0,10$ м; $\Delta h_2 = +0,15$ м; $d = 20$ м.

$$x = \frac{d}{\Delta h_1 + \Delta h_2} \cdot \Delta h_1 = (20 \cdot 0,10) / (0,10 + 0,15) = 8,0 \text{ м.}$$

Нөлдік нүктенің орны жұмыс биіктігі – 0,10 м квадрат төбесінен 8,0 м қашықтықта жатыр деген сөз. Осы формула көбейтіндісіне -0,10-ның орнына +0,15 қойсақ 12,0 м шығады, бұл жұмыс биіктігі +0,15 м квадрат төбесінен нөлдік нүктенің орны 12,0 м қашықтықта жатыр деген сөз. Дұрыс есептелгендігін тексеру үшін, қашықтықтар қосылады $d = 8,0 + 12,0 = 20,0$ м.

Нөлдік нүктелерді қосу арқылы жұмыстың нөлдік сызығын алады.

Квадраттар төбелерінің жұмыс биіктіктері әр түрлі (бірдей емес) таңбалы болса, оны *аралас квадраттар* дейді, бірдей таңбалы болса- *біркелкі немесе таза квадраттар* дейді.

Жер жұмысының көлемін көбінесе төртбұрышты призма немесе үшбұрышты призма әдістерімен есептейді.

Төртбұрышты призманың жер жұмысының көлемі мына формуламен анықталады

$$V = (\Sigma \Delta h / 4) \cdot S \quad (4.2.14)$$

мұнда $(\Sigma \Delta h / 4)$ - біркелкі призманың орташа арифметикалық биіктігі, S - призма табанының ауданы.

Үшбұрышты призманың жер жұмысының көлемі мына формуламен анықталады

$$V = (\Sigma \Delta h / 3) \cdot S \quad (4.2.15)$$

Аралас квадраттағы бесбұрышты призманың көлемін төртбұрышты призма мен үшбұрышты призманың айырымы арқылы есептеу орынды.

Квадрат әдісімен үйме және ойық жер жұмысының көлемін әрбір квадраттың немесе квадрат бөлігін (4.2.14) (4.2.15) формуларымен есептейді.

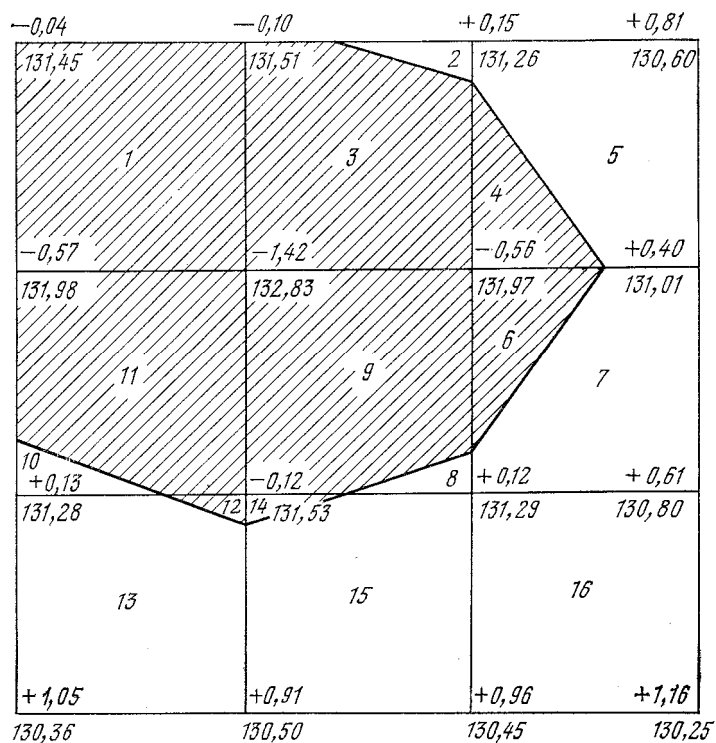
Жеке квадраттардың жер көлемін есептегеннен кейін ойық және үйме жер жұмыстарының жалпы көлемі анықталады. Бұлардың бір-бірінен айырмашылығы 3%-ке дейін рұхсат етіледі. Жобалық биіктікті есептеу нәтижелерін 4.2.1-кестесіне, жер жұмысының көлемін есептеу 4.2.2-кестесіне толтырылады.

Кесте 4.2.1- Жобалық биіктерді есептеу

ΣH_1	$2\Sigma H_2$	$4\Sigma H_4$	$\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4$	$4n$	H_0

Кесте 4.2.2 - Жер жұмысының көлемі

Фигура №	$\Sigma\Delta h$, м	$\Sigma\Delta h:k$, м	S , м ²	V , м ³	V , м ³	
					Үйме +	Ойық -



$N_0=131,41$ Квадрат қаырғасының ұзындығы 20 м
Сурет 4.6- Жер жұмысының картограммасы

Кесте 4.2.2- де көрсетілген $\Sigma\Delta h$ – фигураның төбелерінің алгебралық қосындысы; k – фигураның төбе саны (4 немесе 3); S – фигураның ауданы, м²

V – жер жұмысының жиынтық көлемі, м³

4.2.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Бас жоспардың түрлері және олардың мазмұны қандай?
- 2 Құрылыстық қызыл сызық дегеніміз не және олар жер бетіне қалай шығарылады?
- 3 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттардың жобаларын көшіру қандай әдістермен жүргізіледі?
- 4 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттардың жобаларын аналитикалық әдіспен көшіру қалай жүргізіледі?
- 5 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттардың жобаларын аналитикалық әдіспен көшіру қалай жүргізіледі?

- 6 Жергілікті жерге ғимараттар мен имараттардың жобаларын құрастырылу әдіспен көшіру қалай жүргізіледі?
- 7 Горизонталь алаңды жобалағанда жобалық биіктік қандай формуламен анықталынады?
- 8 Горизонталь алаңды жобалағанда жұмыс биіктігі қандай формуламен анықталынады және тексеріледі?
- 9 Жер жұмысының картографиясы дегеніміз не және ол қалай салынады?
- 10 Картографияны жасағанда нүктенің нөлдік орындары қалай анықталынады?
- 11 Горизонталь алаңды тегістегенде істелетін жер көлемі қалай анықталынады?
- 12 Көлбеу алаңды тегістегенде жобалық биіктіктер қалай есептелінеді?

4.2.6 Оқытушының қатысуымен орындалатын тәжірибелік сабақ

Тақырыбы: Геодезиялық бөлу негіздерін салу

Мақсаты: Геодезиялық бөлу негіздерін салуда қолданылатын есептер

Керек құралдар: микрокалькулятор, топографиялық план.

Тапсырма: Берілген деректер бойынша түзу және кері геодезиялық есептерді шығару (нұсқа нөмірін, сынақ кітапшасының ақырғы нөмірімен алады)

Есеп №1 Кесте 4.5-те берілген деректер бойынша координаталар өсімшесін есепте және оның сұлбасын сал

Кесте 4.5

Нұсқа №	Дирекциондық бұрыш α_{2-3}	Горизонталдық салынды $d_{2-3}, \text{м}$	Нұсқа №	Дирекциондық бұрыш α_{2-3}	Горизонталдық салынды $d_{2-3}, \text{м}$
1	$26^{\circ}23'$	89,24	6	$123^{\circ}43'$	217,51
2	132 14	124,38	7	247 04	180,66
3	209 55	115,20	8	300 19	94,12
4	280 13	95,32	9	75,22	161,35
5	39 18	156,37	10	139,16	219 32

Есеп №2 Кесте 4.6-да берілген деректер бойынша кесіндінің 2-ші нүктенің координатасын есепте және оның сұлбасын сал

Кесте 4.6

Нұсқа №	X_I	Y_I	Δx_{1-2}	Δy_{1-2}
1	+256,23	+54,03	-189,15	+105,21
2	+65,09	+124,36	+132,16	+37,86
3	-28,41	+218,16	-89,07	+15,93
4	-66,12	+43,46	+108,19	+124,56
5	-48,03	-64,48	-59,86	+105,99

6	-84,22	+75,70	-109,19	-155,73
7	+39,04	-68,49	-154,16	-83,02
8	+73,26	-54,18	-139,81	-96,28
9	+68,41	-53,25	+142,11	-59,05
10	+21,05	-15,29	+117,66	+92,39

Есеп №3 Кесте 4.7-де берілген деректер бойынша румбты және түзудің горизонталдық салымын есепте және оның сұлбасын сал

Кесте 4.7

Нұсқа №	Координаталар өсімшесі		Нұсқа №	Координаталар өсімшесі	
	Δx_{1-2}	Δy_{1-2}		Δx_{1-2}	Δy_{1-2}
1	+86,73	+102,55	6	-39,11	+103,49
2	-134,28	+83,15	7	-115,08	-263,43
3	-205,36	-73,99	8	+130,93	-68,27
4	+315,07	-29,15	9	+56,24	+159,14
5	+111,62	+85,44	10	-197,00	105,31

Тапсырманы орындау нұсқаулары: Өлшеу нәтижелерін өңдеу және жергілікті жерге көшіру жұмыстарында тура және кері геодезиялық есептерді шығаруға тура келеді. Мысалы, түзудің бірінші нүктесінің координатасы X_1, Y_1 , 1-ші нүктеден 2-ші нүктеге дейінгі горизонтальдық салынды d_{1-2} және дирекциондық бұрышы α_{1-2} беріліп, екінші нүктенің координаталарын X_2, Y_2 анықтау үшін, түзу геодезиялық есеп формулалармен шешіледі:

$$\Delta X = X_2 - X_1; \Delta Y = Y_2 - Y_1; \Delta X = d_{1-2} \cos \alpha_{1-2}; \Delta Y = d_{1-2} \sin \alpha_{1-2};$$

$$X_2 = X_1 + d_{1-2} \cos \alpha_{1-2}; Y_2 = Y_1 + d_{1-2} \sin \alpha_{1-2};$$

Егерде екі нүктенің координаталары беріліп, дирекциондық бұрышты және горизонтальды салындыны есептеу керек болса, онда мына формулалармен кері геодезиялық есеп шығарылады:

$$\Delta X = X_2 - X_1; \Delta Y = Y_2 - Y_1; \operatorname{tg} \alpha = \Delta Y / \Delta X = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1);$$

$$d = \Delta Y / \sin \alpha = (Y_2 - Y_1) / \sin \alpha; d = \Delta X / \cos \alpha = (X_2 - X_1) / \cos \alpha$$

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

4.2.7 Есептік- графикалық жұмыс

Тақырыбы: Жергілікті жер бетінде қызыл сызық жобасын дайындау

Мақсаты: Студенттерді қызыл сызық жобасын дайындау методикасымен кері геодезиялық есептерді шығару арқылы дайындау.

Керек құралдар: микрокалькулятор, сызба қағазы, топографиялық план .

Тапсырма: Топографиялық картада берілген тапсырма бойынша қызыл сызықты жобалау және оның нүктелерінің координаталарын табу.

Тапсырманы орындауда атқарылатын жұмыстар:

1 Топографиялық планға қызыл сызықты салу;

2 Бастапқы және ақырғы нүктелердің координаталарын графикалық әдіспен анықтау;

3 Қызыл сызықтың дирекциондық бұрышын (α), бастапқы және ақырғы нүктелердің ара қашықтығын (d) есептеу;

4 Аралық нүктелерді қызыл сызыққа көшіру және олардың координаталарын есептеу.

Жұмысты орындау реті:

Топографиялық планға бастапқы А және ақырғы Б нүктелерін белгілейді. Масштабтың дәлдігі бойынша графикалық әдіспен А және Б нүктелерінің координаталарын анықтайды. Біздің мысалда (сурет 4.7), нүктелер координаталары $x_A = -12,15$; $y_A = -8,05$; $x_B = -62,05$; $y_B = +48,00$;

А, Б бағытындағы дирекциондық бұрышты α_{AB} және ара қашықтық d_{AB} - ны кері геодезиялық есептер арқылы мынандай формулалармен есептейді:

$$\Delta x = x_B - x_A; \quad \Delta y = y_B - y_A; \quad (4.2.1)$$

А, Б сызығының румбасы (r)

$$r = (\Delta y / \Delta x); \quad d = \Delta y * \sin^{-1} r \quad (4.2.2)$$

Тексеру: $\sqrt{d^2 - (\Delta y)^2} = \Delta x$

Қызыл сызыққа аралық нүктелер белгіленіп түсіріледі (мысалы, T_1 , T_2 , T_3), олардың арақашықтығы 50 метрден аспауы тиіс. Есептеу жұмысы біткеннен кейін, масштабы 1:500 қызыл сызық сызылған топографиялық планның 4.16-сурет үлгісімен фрагменті жасалынады, қызыл сызық нүктелерінің 4.8-ші кесте үлгісімен есептеу ведомосі және аралық есептеу жұмыс дәптері тапсырылады.

Кесте 4.8-Қызыл сызық нүктелерінің координаталарын есептеу ведомосінің үлгісі

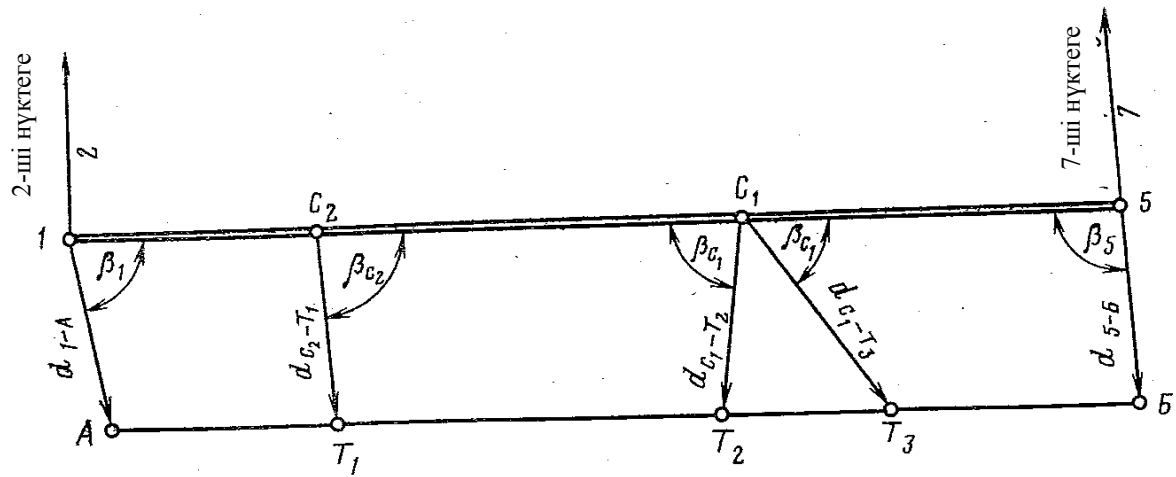
Нүктелер	Дирекциондық бұрыш α	Өлшенген арақашықтық d , м	Түзетілген арақашықтық d_t , м	Координаталар өсімшесі		Координаталар	
				Δx	Δy	x	y
1	2	3	4	5	6	7	8
А		-3				-12,15	-8,05
T_1	131°40,7'	16,55	16,52	-10,98	+12,34		
		-3				-23,13	+4,29
T_2	131°40,7	28,20	28,17	-18,73	+21,04		
		-3				-41,86	+25,33
T_3	131°40,7	12,10	12,07	-8,03	+9,02		
		-2				-49,89	+34,35
Б	131°40,7'	18,30	18,28	-12,16	+13,65		
						-62,05	+48,00
		$\Sigma d = 75,15$ $d_{AB} = 75,04$	75,04 75,04	$\Sigma \Delta x = -49,90$ $\Delta x_{AB} = -49,90$	$\Sigma \Delta y = +56,05$ $\Delta y = +56,05$		
		$f_d = +0.11$	0.00	0.00	0.00		

$$f_{\text{доп}} = \pm 0,34$$

$$f_{\text{дәір}} = 0,0003N\sqrt{n} = 0,0003 * 500\sqrt{5} = \pm 0,34i$$

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A = -62,05 - (-12,15) = -49,90;$$

$$\Delta y_{AB} = y_B - y_A = +48,00 - (-8,05) = +56,05;$$



Сурет 4.7- А - В қызыл сызығын полюстік әдіспен көшіру сұлбасы

4.3 Ғимараттар мен имараттардың жобасын жергілікті жер бетіне көшірудегі геодезиялық жұмыстар.

4.3.1 Бөлу жұмыстарының мәні;

4.3.2 Ғимараттардың, имааттардың, коммуникация трассаларының остерін жер бетіне салу әдістері;

4.3.3 Ғимараттардың габариттері арқылы өтетін остерін бөлу;

4.3.4 Остерді монтаждық горизонттарға көшіру;

4.3.5 Сынақтық сұрақтар;

4.3.6 Есептік- графикалық жұмыс

4.3.1 Бөлу жұмыстарының жалпы мәні

Ғимараттар мен имараттарды бөлу немесе жобаны жер бетіне көшіру - салынатын құрылыстың жергілікті жер бетінде пландық және биіктік орнын анықтап, оны белгілеп бекіту болып табылады. Бөлу жұмыстарына берілген бұрыштарды, ұзындықтарды, биіктіктерді, ұзындық және жазықтық еңістіктерді жергілікті жер бетіне көшіру жатады. Жобаны жергілікті жер бетіне көшіру үшін, жобаны жасау кезінде бөлу сызбалары жасалынады, онда бөлуге керекті барлық деректер беріледі.

Геодезиялық бөлу жұмыстары екі кезеңнен тұрады.

Бірінші кезең бас остерді бөлу. Құрылыстардың бас остері: жолдардікі-оның бойлық осі, көпірдікі- көпір осі және тірек осі, ғимараттардікі- сыртқы қабырғаларының осі, ашық қазба жұмыстарынікі- тірек және түсіру торлары болып табылады. Бас остерді бөлу және оларды бекіту арқылы салынатын құрылыстардың кеңістіктегі орны анықталады және олардың жобалық орны жергілікті жердегі нәрселермен, ғимараттар мен, имараттар мен байланыстырылады. Жергілікті жерде орнатылатын бас остердің бағыттарын, ара қашықтықтарын осы жерде бар тірек пункттері негіздерімен немесе белгіленіп бекітілген нүктелер арқылы жүргізіледі.

Екінші кезең жеке бөлшектер осін бөлу. Жобаланған құрылыстардың жеке бөлшектерінің орналастырылатын орны бас остерінен өлшеніп салынады. Екі кезеңнің екеуінде де жобадағы пландық және биіктік орындарды жер бетінде анықтау, көшіру және оны бекіту болып табылады. *Пландық бөлу* жұмыстары салынатын құрылыстардың және олардың бөлшектерінің алаңда дұрыс орналасуын, биіктік бөлу- *биіктіктің* дұрыс орналасуын қамтамасыз етеді. Биіктік бөлу жұмыстарына құрылыс алңындағы вертикальдық жайғастыру, биіктік белгілерді қазан шұңқырына, ірге тастарға, қабаттарға, құрылыс құрылымдарына биік белгілер арқылы көшіру жатады.

Геодезиялық бөлу жұмыстарының өлшеу дәлдігін орташа квадраттық қателер арқылы тексеріліп отырады. Өлшеу дәлдігі объектілердің күрделілігіне және габариттеріне байланысты болады.

Бірінші кезеңде өлшеу жұмыстарының қателіктеріне жоғарғы талап қойыла қоймайды, ал жеке бөлшектер остерін бөлу кезеңіне өте жоғары

талап қойылады, өйткені ғимараттардың әр бөлшегі өзара геометриялық байланыста болады. әрбір бөлшектердің шектелген қателіктері олардың типтеріне, материалдарына және жұмыстардың орындалу тәртібіне байланысты болады.

Өлшеніп бөлу жұмыстарында ғимарат бөлшектерінің өзара инженерлік элементтерінің бір-бірімен байланыстылығы және олардың жоба мен үйлеспеушілігі мына көрсеткіштен аспауы тиіс:

$$\Delta = tm; \quad ($$

4.3.1)

Мұнда, t – шектелген мүмкіндік ауытқу, $t = 2; 2,5; 3$. құрылыстардың түріне, жұмыстардың орындалу тәртібіне байланысты болады.

m – геодезиялық бөлу торларының шектелген квадраттық қателері.

4.3.2 Ғимараттардың, имараттардың, коммуникация трассаларының өстерін жер бетіне салу әдістері

Ғимараттардың, имараттардың, коммуникациялардың трассаларын бөлу жұмыстарын жер бетіне көшіріп (белгілеп) салу, салынатын объектің ұзын тұстамаларының екі шеткі нүктелерінен басталады. Жоба бойынша өстерді жергілікті жер бетіне бөліп белгілеу, жақын жерде орналасқан геодезиялық бөлу негіздерінен: тікбұрышты координата, полюстік координата, бұрыштық қиылыстыру, ұзындық қиылыстыру әдістері арқылы жүргізіледі. Бұл әдістер бұрыштар мен қашықтықты жергілікті жерге көшіріп белгілеу үшін жүргізіледі.

Жобалық бұрышты жергілікті жер бетіне көшіру үшін, бір нүкте B (бұрыш төбесі) және әзірленген бағыт BA әдетте белгілі болады. Жергілікті жер бетінде әзірленген бағытпен жобалық бұрыш жасайтын екінші бағытты анықтау қажет. 4.9,а-суретінде көрсетілген BA - әзірленген бағыт, B - жобаланатын бұрыш төбесі.

Бұл жұмыс былай ұйымдастырылады. B нүктесі төбесіне теодолитті орнатады, көру дүрбісін A нүктесіне көздеп, лимбтің көрсеткішін алады, алидаданы босатып, лимб көрсеткішіне жобалық бұрышты қосып бекітеді. Осы бағыттағы теодолит дүрбісінің көздеу осі, екінші іздеген бағытты көрсетеді.

Осы бағытпен теодолит арқылы жобадағы ара қашықтықпен, вертикаль дөңгелек сол жақта тұрған (ДС) жағдайда C_1 нүктесін, дөңгелек оң жақтағы (ДО) арқылы C_2 нүктесі белгіленеді. Алынған C_2C_1 –кесіндісі теодолиттің қателік шамасы, осы кесіндіні тең екіге бөліп, жер бетіне орталық C нүктесі бекітіледі. Жобалық ұзындықтарды B нүктесінен алынған бағыт бойынша ара қашықты өлшеуіш құралдармен өлшеп белгілейді.

Тік бұрышты координаталар әдісі (сурет 4.9,б,в) құрылыс алаңында құрылыс торлары ($7B, 7B, 0A, 1A$) бар немесе бұрыннан салынған ғимараттар мен имараттар болса жүргізіледі. Бұл әдісте бөлінетін ғимараттың 1-8, А-В

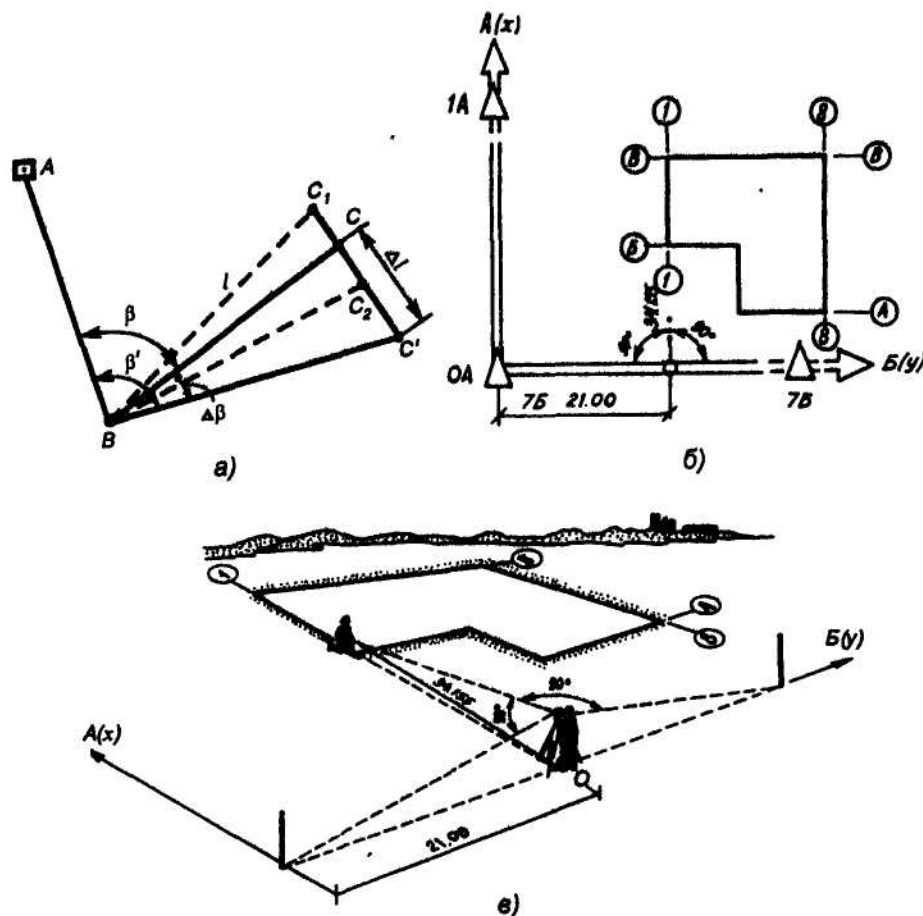
остері құрылыс торларының жақтарына паралель болуы тиіс. Қашықтық Δx , Δy бас жобада көрсетіледі немесе төмендегі формулалармен есептелінеді:

$$\Delta x = x_{0A} - x_{1A}$$

$$\Delta y = y_{0A} - y_{1A}$$

(4.3.1)

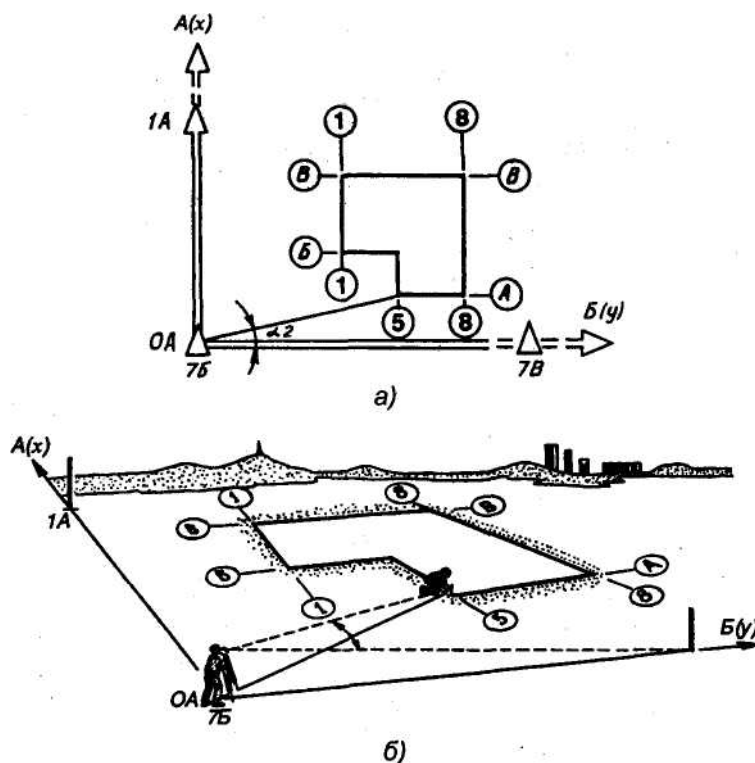
Құрылыс торларының белгілерінің тұстамалары мен $\Delta y = 21,00$ м қашықтықты алып жергілікті жерде P нүктесін белгілейді. Осы нүкте төбесіне теодолит қойлып тұстамадан тік бұрышты перпендикуляр алынады, осы перпендикуляр бойында $\Delta x = 34,155$ м алынып, Б/1 нүктесін белгілейді. Осындай әдіспен құрылыс торлары белгілерінен 0А/8А алынып, А/8 нүктесі белгілінеді. Берілген ось аралық қашықтықтар бойынша басқа нүктелер – В/1 және В/8 белгілінеді. Ұзындық қашықтық тор жақтарымен немесе тор жақтарына паралель тұрған ғимараттардың ұзын жағымен өлшенеді, ал кіші қашықтық оларға перпендикуляр етіліп салынады.



Сурет 4.9-Жоба бұрышты бөлу (а); тікбұрыштық координаталар арқылы бөлу (б), белгілі берілген мәндер бойынша бөлу процесі (в)

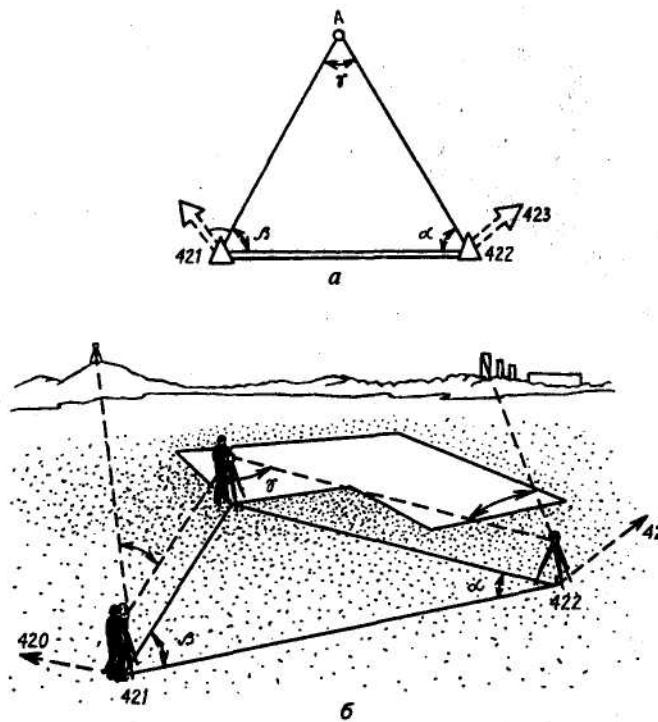
Полюстік координаталар әдісі (сурет 4.10 а) геодезиялық негіз пунктерінен, қызыл сызықтардан, ғимараттар мен имараттардың ұзындық және көлденең остерінен, құдықтардан және коммуникация трссаларының бұрылу бұрыштарынан құрылыс остерін жергілікті жер бетіне түсіру үшін қолданылады. Ол үшін алдымен жобалық бұрышты және қашықтықты анықтау қажет.

Бұл жұмыс былай орындалады. Алдымен ОА/7Б (сурет 4.10 б) нүктесіне теодолит орнатылады, дүрбіні 7В нүктесіне көздеп α - бұрышы бойынша А/1 нүктесінің бағытын белгілейді. Тұстама ұзындығын көзбен анықтайды және оны жобалық көрсеткіштен көбірек алады L_1 - содан соң арақашықтық L_2 - алынып, жергілікті жерде А/1 нүктесін белгілейді. Берілген ось аралық қашықтықтар бойынша басқа нүктелерде белгілінеді..



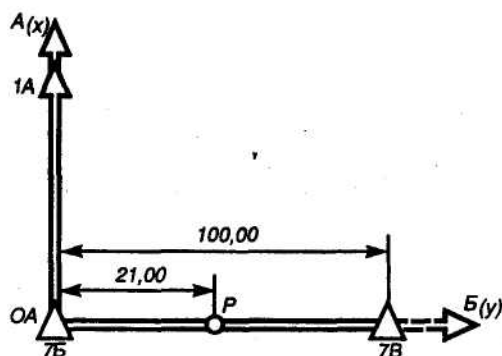
Сурет 4.10- Полюстік координаталар әдісімен бөлу
а- берілген мәндер мен салынған анатикалық сызба; б-бөлу процессі

Бұрыштық қиыстыру әдісі (сурет 4.11,а,б) – белгілі нүктелер 421 және 422 жобалық бұрыштар β, α арқылы жергілікті жерде, үшінші нүкте А-ның орны анықталады. А- нүктесі 421-А және 422-А тұстамалар сызығының қиылыстарында орналасады, оны α мен β жобалық бұрыштарын салу арқылы анықтайды. А нүктесінің дұрыстығын тексеру үшін үшінші бұрыш γ - өлшенеді. Бөлшектеп бөлулерде тұстама- сызықтың бойымен қиылыстыру (сурет 4.12) әдісі қолданылады. Мұнда жергілікті жерде Р нүктенің орны бұрыннан жүргізілген және бекітілген сызықтар бойымен анықталады.

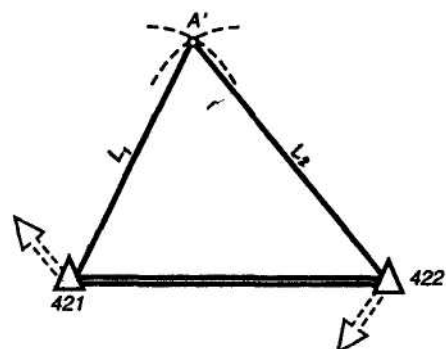


Сурет 4.11- Бұрыштық қиыстыру әдісі:
а- сызба, б- бөлу процессі

Сызықтық қиылыстыру әдісімен (сурет 4.13) А нүктесінің орынын анықтайды. Ол үшін жергілікті жерде басқадай екі нүкте 421, 422 белгілі болуы тиіс. 421 нүктенің ортасына рулетканың нөлдік белгісін қойып жобалық арақашықтық L_1 алынып, шеңберлік доғамен сызылып белгіленеді. Сол сияқты 422 нүктенің ортасынан жобалық арақашықтық L_2 -де белгіленеді. Осы екі доғаның қиылысқан жері нүктесі А нүктесінің орынын анықтайды. Бұл әдіс өлшенілетін жердің өлшеуіш құралдың ұзындығынан кем болған жағдайда жүргізіледі (сурет 4.13, L_1 L_2). Нүктелердің орнын белгілеу жұмыстары қандай әдістермен жүргізілуі талданып алынғаннан кейін, бөлу сызбалары жасалынады (сурет 4.14 а).



Сурет 4.12- тұстама- сызықтық қиылыстыру әдісімен бөлу



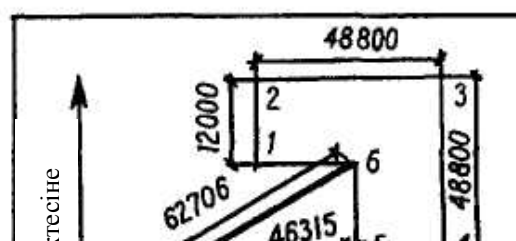
Сурет 4.13 –сызықтық қиылысу әдісімен бөлу

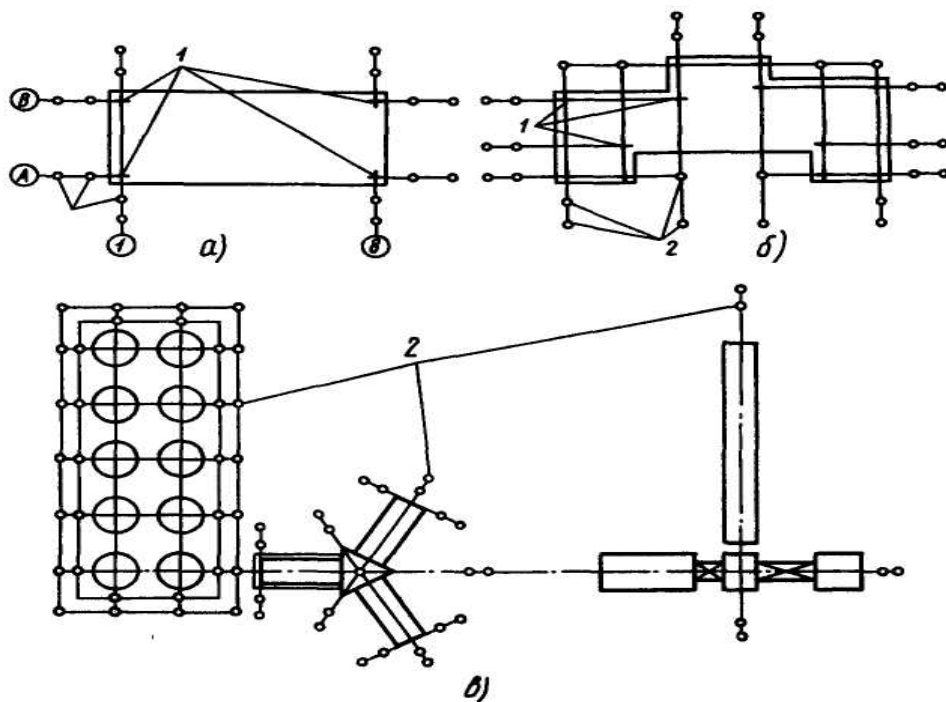
4.3.3 Ғимараттардың габариттері арқылы өтетін остерін бөлу

Ғимараттардың габариттері арқылы өтетін остерін бөлу үшін, теодолит (сурет 4.14б) В нүкте төбесіне қойылып жұмыс жағдайына келтіріліп, дүрбіні А нүктесіне бағыттайды. Алынған тұстама арқылы сызық ұзындығы тура және кері бағыттарда өлшенілініп, осы өлшеулердің көрсеткіштерінің орташа айырмашылығын есептейді $(L_{B-6 \text{ тура}} - L_{B-6 \text{ кері}})/2 = L_{B-6 \text{ орт.}}$. Орташа ($L_{B-6 \text{ орт}}$) мен жобалық ($L_{\text{жоба}}$) айырмашылығы 6-шы нүктені жылжытып түзетуге қолданылады. Түзету саны- оң таңбалы болса, онда 6-шы нүкте В нүктесінен алға қарай, теріс таңбалы болса В нүктесіне қарай жылжытылады.

Дүрбіні А нүктесіне бағыттай, «дақ» бағыттағы құрылысқа бұрышты белгілеп қояды да, 5-ші нүктенің бағытын алып, жобалық ұзындықты алға және кері өлшейді. Түзетуді $L_{\text{орт}} - L_{\text{жоба}}$ енгізгеннен кейін, 5-ші нүктені белгілейді. Керекті жағдайда 5-ші нүктені қайтадан өлшейді. Әрі қарай теодолитті 5 нүктеге қойып, жұмыс жағдайына келтіреді. Дүрбіні 6-шы нүкте арқылы бағдарлайды және 6 нүкте бағытынан 90^0 бұрыш белгіленіп, осы бағыттан жобалық ұзындықты алып, нүкте 1-ді белгілеп қояды. Осы сияқты нүктелер 3,2,1 қайтадан 6 нүктелері белгіленіп қойылады. Бөлудің дұрыстығын тексеру үшін 1-3, 2-4, т.б. диагоналдар өлшеніледі. Содан кейін өлшенілген және жобалық ұзындықтардың айырмашылықтарын шектелген айырмашылықпен салыстырылып, жобалық бұрыштарды және ұзындықтарды өлшеу арқылы барлық негізгі остердің қиылысқан остері табылады. Аралық, тұстамалық, т.б. нүктелердің орындарын белгіленген пішін ішінде өлшеніліп жүргізіледі. Ары қарай ғимараттардың қиылысу нүктесі 1 (сурет 4.15) тұстамалық белгімен 2 бекітеді. Ол үшін А/1 және А/8 нүктелер үстіне біртіндеп теодолит қойылады. А/1 нүктесіне қойылған теодолитті А/8 нүктесі арқылы бағдарлайды. Горизонталдық дөңгелекпен екі рет (ДС, ДО) 180^0 салынады. Остер тұстамасы ғимараттың жарты биіктігінен жоғары ара қашықтықта бекітіледі. Салынып жатқан имараттардан белгіге дейінгі ара қашықтық имараттар биіктігіне тең болып белгіленеді.

А/1, А/8, В/1, В/8 остерінің бекітілген тұстамалық белгілері және бір остегі тұстамалық белгілердің ара қашықтықтары өлшеніледі және олар тұстамалық остердің қиылысу нүктелерін табу үшін қолданылады.





а-қарапайым конфигурациялы, б-күрделік конфигурациялы, в-бір технологиялық тізбектерден тұратын ғимараттар; 1-остердің қиылысу нүктелері 2-ось тұстамалары бекітілген белгілер

Сурет 4.15-Ғимараттардың остерінің белгілерін бекітуді орналастыру сызбасы

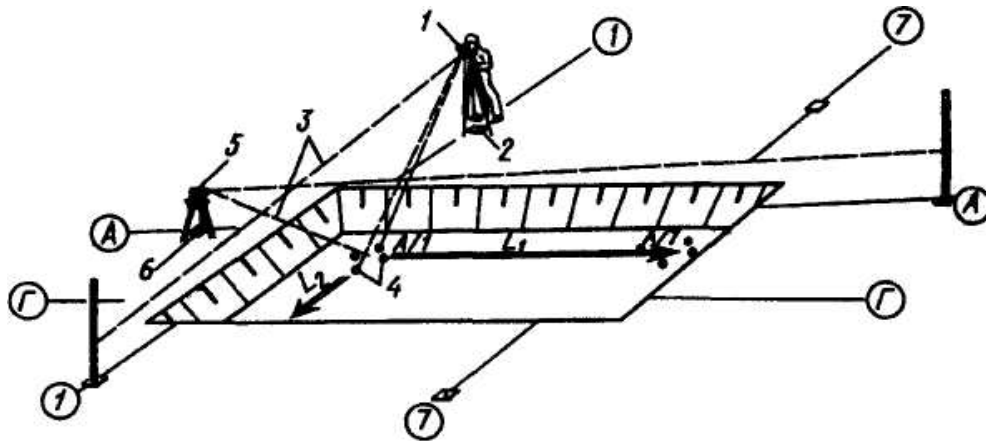
4.3.4 Остерді монтаждық горизонттарға көшіру

Жазықтықтарда салынған геодезиялық остер құрылыс салу жұмыстарының бәрін қамтамасыз ете алмайды, сондықтан остер әртүрлі

деңгейге көшіріледі. Құрылыстың әртүрлі биіктеріндегі горизонттарға теодолитпен, зенит –аспаптармен, тіктеуіштермен монтаждық остер көшіріледі. Ғимараттардың остерін теодолитпен еңсі сәулелер арқылы бекітілген тұстама белгілерінен жүргізеді. Көшіруге әзірленген негізгі нүкте ретінде ғимараттардың ұзындық және көлденең остерінің қиылысу нүктесі алынады және негізгі бағыт ретінде- ғимараттың ұзындық қасбеті алынады.

Егер ғимарат немесе имаратар ұзын конфигурациялы болса, онда әзірленетін бағыт ретінде ең ұзын тұстама алынады.

Мысалы, қазаншұңқыр түбіне бекітілген негізгі деңгейден монтаждық горизонтқа остерді көшіру мынандай жүйелікпен жүргізіледі сурет (4.16).



1,5-теодолиттер, 2,6-тұстама остердің бекітілген белгілері,
3-көздеуіш сәуле, 4-тұстамалық остердегі қазық

Сурет 4.16- Остерді қазаншұңқыр түбіне көшіру

Біріншіден А/1 нүктесінің орны табылады. Ол үшін теодолит (1) көлденең остің тұстама бекітілген белгісінің (2) төбесіне қойылып, теодолит жұмыс жағдайына келтіріледі де, дүрбіні көздеуіш сәуле (3) арқылы тұстамалы оске бағыттайды, қасбеттің бойлық(ұзындық) осімен көлденең осінің қиылысқан жеріне қазық (4) қағылып, осы қазықтың жоғарғы кесігіне тұстама ось белгіленіледі. Белгіленілген тұстама ось бойынша байлау-бау немесе жіңішке сымдар мен қазықтар өзара тартылып байланылады.

Жоғарыдағы жұмыс біткеннен кейін, теодолит нүкте (6) төбесіне қойылып, жұмыс жағдайына келтіріледі де, бойлық (ұзындық) тұстама осіне бағытталады. Көлденең тұстама осі бойынша бойлық(ұзындық) тұстама осі қиылысқан жеріне жіп бойымен қазық қағылылады да, жоғарғы кесігіне крестпен А/1 нүктесі белгіленіледі.

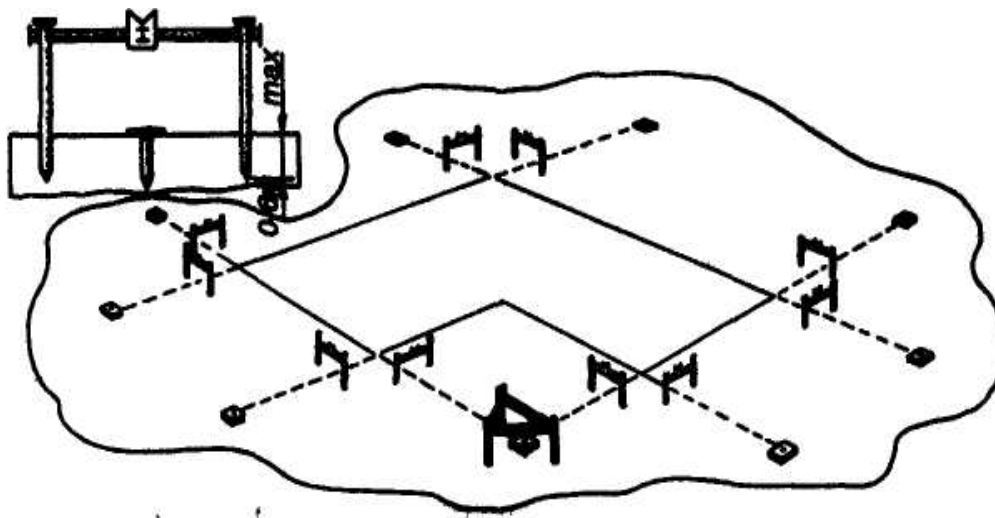
Г/7 нүктесінің орнын табу үшін, теодолитті анықталған А/1 нүктесінің төбесіне қойып, жұмыс жағдайына келтірілгеннен кейін, дүрбіні бойлық

(ұзындық) тұстама осіне бағыттайды, осы дүрбінің осі бойынша рулетка мен жобалық ұзындық L_1 салынады, содан кейін дүрбіні көлденең оске бағыттап, рулетка мен жобалық ұзындық L_2 салынады.

Г/7 нүктесінің орнын табу үшін, теодолитті А/7 нүктесінің төбесіне қойып, жұмыс жағдайына келтірілгеннен кейін, бойлық (ұзындық) тұстама осіне бағытталады да, осы остен 90^0 бұрылысқа қойылып, рулеткамен А және В нүктелер арасының жобалық ұзындығы салынады. Осы остердің дұрыс салынғанын тексеру үшін, салынған төртбұрыштың А/1 және А/7 диагональдар ұзындықтарын өлшейді.

Құламасы тік орналасатын тереңдігі $H > 12\text{м}$ (шпунт, грунтағы қабырға) терең қазаншұңқырларға остерді көшіру бірнеше кезеңдерден тұрады. А және 7, Г және 1 нүктелеріне теодолит қойылып, А және 1 тұстамалары мен бағыттай отырып, басқа нүктелер жоғарыда жазылғандай етіліп салынады.

Жер қазу және фундамент салу жұмыстарын бастамас бұрын, геодезиялық негіздеме жасалып тұрғаны жөн болады, сонда жұмыстарды теодолитті пайдаланбай-ақ бастай беруге болады (сурет 4.17)



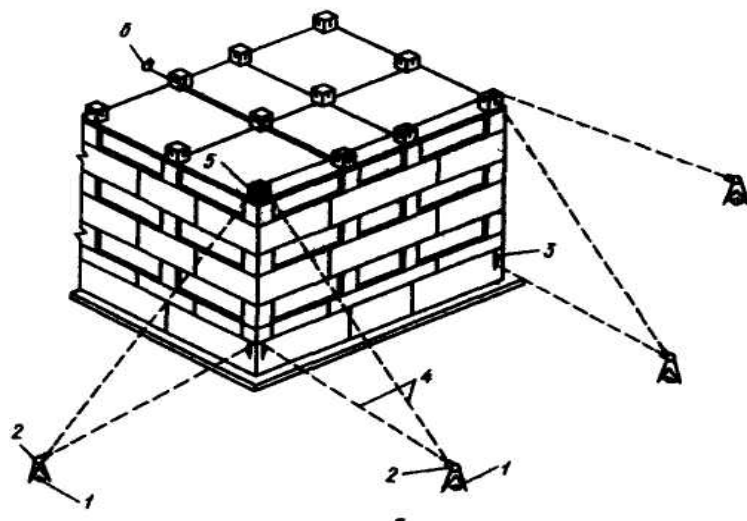
Сурет 4.17 – Жұмыс басталмас бұрын қойылатын геодезиялық негіздеме "дақ".

Қазаншұңқырды қазып болғаннан кейін оның габариттерін өлшейді және табанын нивелирлейді.

Ғимараттардың жер үстіндегі монтаждық горизонттарды салу былай орындалады.

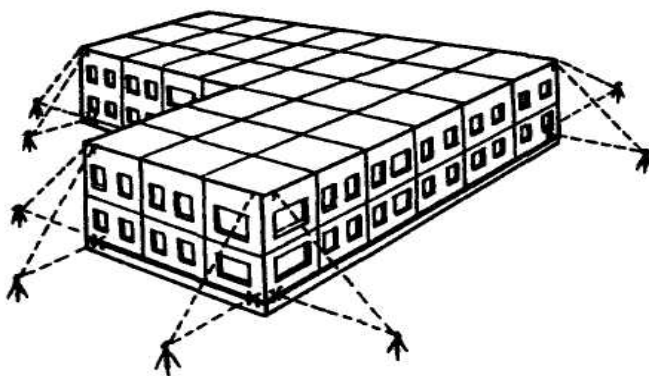
Теодолит (2) (сурет 4.18) бекітілген тұстама белгі төбесіне (1) қойылады да, оның дүрбісін бояумен белгіленген оске (3) бағыттайды. Көздеу сәулесін

монтаждық горизонтқа дейін көтеріп, осы жерге ості (5) белгілейді. Осылайша ғимараттың барлық жақтарының остері анықталып белгіленеді (сурет 4.19).



1-тұстама остердің бекітілген белгілері, 2-теодолиттер, 3-ось таңбалары, 4-көздеуіш сәулелер, 5-монтажды горизонтқа көшірілген ось, 6-рулетка

Сурет 4.18-Әзірленген остерді монтаждық горизонтқа көшіру.



Сурет 4.19-Негігі остерді монтаждық горизонтқа көшіру.

Құрылыс салу кезеңдерінде осы белгілер сақталмауы мүмкін, осындай жағдайда геодезиялық қиылыстыру әдісі қолданылады. Вертикальдық көздеумен әзірленген остерден монтаждық горизонттарға көтеру, ғимараттардың биіктігі 15 м аспаса, ауыр (400 гр) тіктегішпен жүргізіледі. Егерде екінші қабат құрылымы (конструкциясы) салынған болса, онда аражабық ойығынан жіңішке жіппен тіктеуіш түсіріліп, оның үшін бұрыннан белгіленген тұстамалық остер мен қиылыстырып вертикальдық ості көтереді. Бұл жұмысты екі адам орындайды. Вертикальдық ось 15 метрден артық болса, онда зенит-және надир- аспаптары қолданылады.

4.2.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Бөлу жұмыстарының мәні неде?;
- 2 Бөлу жұмыстарының кезеңдері;
- 3 Бөлу жұмысының дәлдігі;
- 4 Жобаланған бұрышты жер бетіне көшіру әдісі;
- 5 Тік бұрышты координаталар әдісінің қандай жағдайда қолданылатындығы және оның орындалуы;
- 6 Полюстік координаталар әдісінің қандай жағдайда қолданылатындығы және оның орындалуы;
- 7 Бұрыштық және сызықтық координаталар әдісінің қандай жағдайда қолданылатындығы және оның орындалуы;
- 8 Ғимараттардың габариттері арқылы өтетін остерін бөлу жұмыстарының қалай орындалатындығы;
- 9 Остерді монтаждық горизонттарға қалай көшіретілігінді.

4.2.6 Есептік- графикалық жұмыс

Тақырыбы: Ғимарат және имараттардың негізгі остерін жергілікті жерге көшіру.

Мақсаты: Ғимараттар мен имараттардың жобасын жергілікті жер бетіне көшіру, бөлу мәліметтерін дайындау және техникалық құжаттарды (документацияны) құрастыру әдістерін меңгеру.

Тапсырма: Топографиялық планда имаратты жобалап, және оның габариттерін жергілікті жер бетіне полюстық тәсілмен көшіру үшін, бөлу мәліметтерін дайындау.

Тапсырмаға анықтама: Бөлу мәліметтерді дайындау үшін, негізгі материал ретінде 3.2.8 тақырыбында «теодолит жүрісінің» 1:500 масштабта орындалған топографиялық планы және теодолиттік жүрістің нүктелер

координаталарын есептеу ведомосі қолданылады. Ғимараттың жобалық габариты 12,00×36,00 м. Тапсырманы ұстаз үлестіреді.

Жұмысты орындау реті:

- 1 Ғимараттың габаритін топографиялық планға салу, негізгі координаталарын және дирекциондық бұрышын анықтау;
- 2 Ғимарат бұрыштарының координаталарын есептеу;
- 3 Бөлу элементтерін есептеу;
- 4 Бөлу сызбасын жасау.

Керек құралдар: микрокалькулятор, А3 форматты қағаз.

Тапсырманы орындау нұсқаулары: Топографиялық жоспарға теодолиттік жүрістің нүктесіне тақау жерде, жоспар масштабымен, ғимараттың бойлық *A* және *B*, және көлден *1* және *7* габариттік остерімен жасалған, ғимараттың тікбұрышты пішінін салады. Графикалық әдіспен остердің қиып өту нүктелерінің бірінің *x* және *y* координаталарын масштаб дәлдігімен анықтайды, және тікбұрыштың ұзын жағының дирекциондық бұрышын геодезиялық транспортирмен өлшейді.

Біздің мысалда, *B1* нүктесінің координатасы: $x_{B1}=+11,15$; $y_{B1}=+25,30$, *B1-B7* жағының дирекциондық бұрышы $\alpha_{B1-B7}=46^{\circ}30'$. Жобалық тікбұрыш және ғимараттар габариттері берілген мәліметтермен, тура геодезиялық есептің формуласымен *A1, A7, B7* нүктелерінің координаталарын есептейді. Есептеу нәтижесін, имарат бұрышының координаталарын (кесте 4.10) есептеу ведомосіне толтырады.

Кесте 4.10-Ғимараттың бұрыштарының координаталарын есептеу ведомосінің үлгісі

Нүкте аты	Ғимарат бұрыштары	Дирекциондық бұрыш, α	Габариттік өлшем, м	Коорд. өсімше, м		Координаталар, м	
				Δx	Δy	<i>x</i>	<i>y</i>
B1	90 ^{00'}	46 ^{030'}	36,00	+24,78	+26,11	+11,15	+25,30
B7	90 00	136 30	12,00	-8,70	+8,26	+35,93	+51,41
A7	90 00	226 30	36,00	-24,78	-26,11	+27,23	+59,67
A1	90 00	316,30	12,00	+8,70	-8,11	+2,45	+33,56
B1						+11,15	+25,30
				0	0		

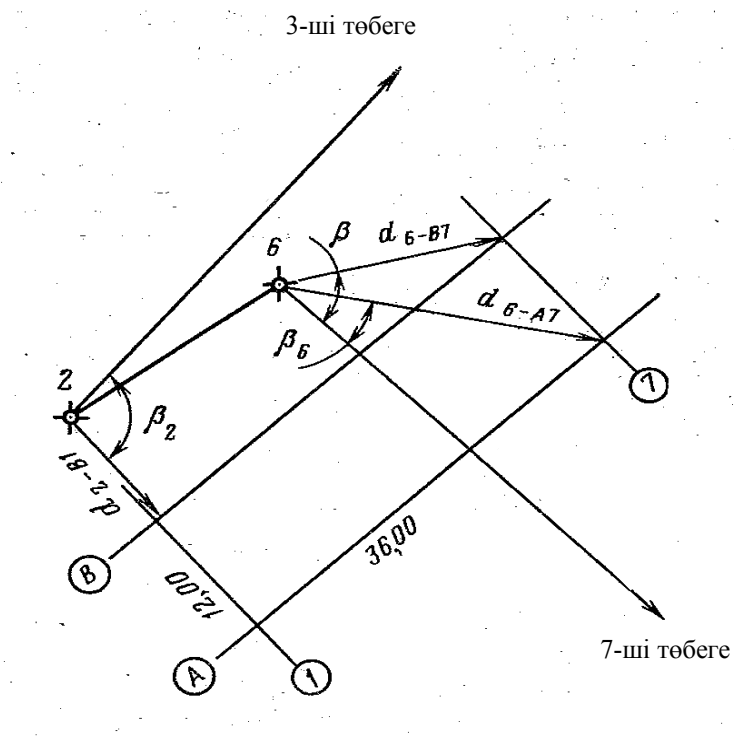
Ғимарат габариттерін полярлық тәсілмен жергілікті жерге көшіру үшін, мысалы, (сурет 4.19) нүкте (2) төбесінен B1 нүктесі және нүкте (6) төбесінен A7 және B7 нүктелері жергілікті жерге шығарылған (полюстық ара қашықтық 20-30 метрден асырмау керек). 2-B1, 6-A7 және 6-B7 сызықтарына бөлу элементтері кері геодезиялық есептің формуласымен есептелген.

2-B1: $\alpha_{2-B1}=140^{\circ}10,0'$; $d_{2-B1}=10,91$ м

6-A7: $\alpha_{6-A7}=99^{\circ}09,7'$; $d_{6-A7}=25,43$ м

6-B7: $\alpha_{6-B7}=74^{\circ}34,3'$; $d_{6-B7}=17,48$ м

Полюстық бөлу бұрыштарын (β) (сурет 4.28) таңдағанда, теодолиттік жүрістердің ұзын жақтары қабылданады. Дирекциондық бұрыштарды есептеудің дұрыстығын, тұйық пішіннің ішкі бұрыштарының қосындыларын есептеумен тексереді.



Сурет 4.19–Ғимарат габариттерін полюстық тәсілмен жергілікті жерге көшіру сұлбасы

4.4 Ғимараттар мен имараттардың жер асты бөліктерін геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз ету

- 4.4.1 Құрылыс алаңын вертикаль бағытта тегістеу;
- 4.4.2 Қазаншұңқырды салудағы жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.4.3 Іргетасты салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;
- 4.4.4 Сынақтық сұрақтар;
- 4.4.5 Есептік- графикалық жұмыс.

4.4.1 Құрылыс алаңын вертикаль бағытта тегістеу

Құрылыс алаңын вертикаль бағытта жоспар бойынша тегістеу кезінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстар: топографиялық түсіру, квадраттық торларға немесе тұстама кескіндерге бөлу, осы нүктелерді нивелирлеу, жерді қазу немесе топырақтарды сырғыту кездеріндегі жұмыстардың (топырақтардың) көлемін анықтау екендігі 4.2 тақырыпта қарастырылған.

Топографиялық түсіру екі рет орындалады: жерді қазу (сырғыту) басталмай тұрып және қазу (сырғыту) біткеннен кейін. Егерде жерді қазу (сырғыту) бірнеше кезеңдерден тұрса, мысалы, топырақтарды төгу бірнеше кабаттардан тұрса, түсіру жұмыстары әрбір кабатта жүргізіліп отырады. Көбінесе әзірленген деректер ретінде тіктік тегістеу кезінде квадраттарға бөлінген жергілікті жердің планы қолданылады. Пандағы биіктік белгілерді квадрат төбелерінде анықталады. Бедер пішінін және еңістігін өзгерту осы биіктік белгілер арқылы жобаланады

4.4.2 Қазаншұңқырды салудағы жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

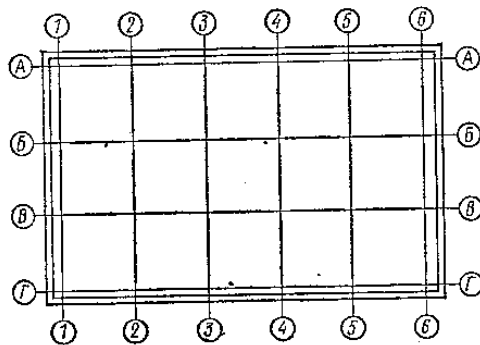
Іргетас астына салынатын қазаншұңқырды, траншейді қазу басталмай тұрып, жобада көрсетілген ғимараттар мен имараттардың негізгі остері және қазаншұңқырдың ішкі және сыртқы жиектері қазықтар мен белгіленіп, жерді қазатын мекемеге акт пен тапсырылуы тиіс. Негізгі остерді бөлу қазаншұңқырдың пішініне, мөлшеріне байланысты іргетастың төменгі кесігі арқылы жүргізіледі (сурет 4.20). Бұл жұмысты жүргізу үшін, бекітілген қалыптастыру белгілеріне салынған монтаждық остерге жіңішке сымдар тартылады (сурет 4.21), осы сымдардың қиылысқан нүктелерінен тіктегіш түсіріліп, оның проекцияларына қазықтар қағылып, іргетастың төмегі кесігінің негізгі остері белгіленеді. Қазаншұңқырдың жоғарғы жиегін бөлу үшін, оның төменгі контурының остерінің перпендикулярынан қашықтық d салынып белгіленеді. Осы қашықтықты мынандай формуламен есептейді

$$d = m(H_1 - H_0 + iL) / (1 + mi), \quad (4.4.1)$$

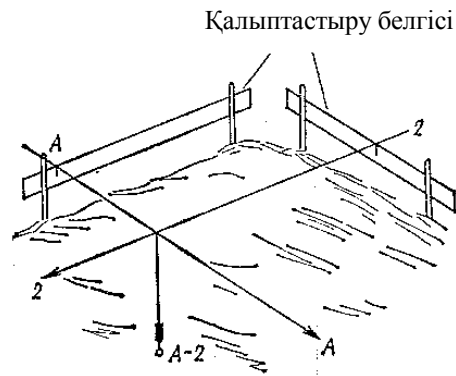
мұнда, H_1 - құрылыстың репер биіктігі, H_0 – қазаншұңқыр табанының жобалық биіктігі, m - қазаншұңқыр құламасының коэффициенті, L - құрылыс реперінен қазаншұңқыр табанының жиегіне дейінгі горизонтальдық қашықтық, i - қазаншұңқыр құламасының еңістігі

$$i = (H_2 - H_1) / l, \quad (4.4.2)$$

мұнда, H_2 - ғимараттың сыртқы контурының жер бетіндегі биіктігі, l - ғимараттың сыртқы контурынан құрылыс реперіне дейінгі қашықтық.



Сурет 4.20-
Қазаншұңқырдың остерін бөлү

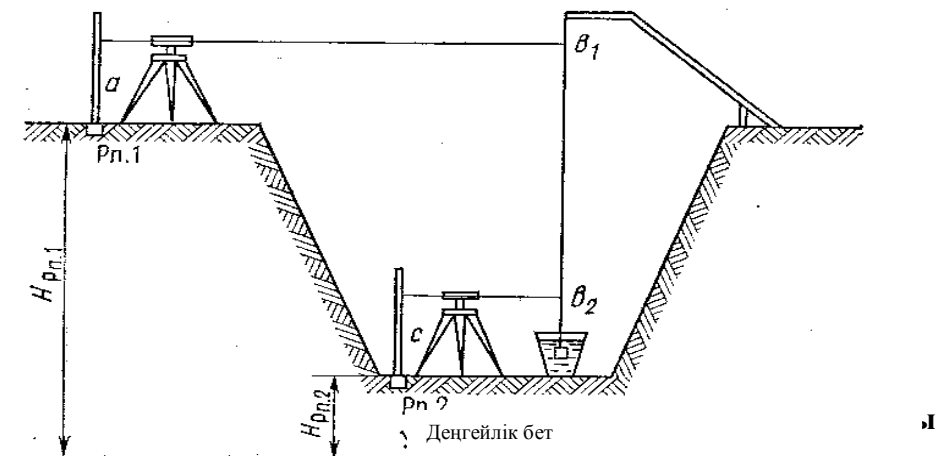


Сурет 4.21-
Қазаншұңқырдың контурын бөлү

Жерді қазуды бастаудан бұрын, қазаншұңқыр салынатын алаңды нивелирлік рейкаларды бойлық және ендік остердің қиылысқан нүктелеріне (мысалы, 2-А, 2Б т.б. нүктелерге (сурет 4.20) қойып нивелирлейді. Күнделікті нивелирлеудің нәтижелері бойынша ендік остер бойымен көлденеңдік жасалынып күнделікті жер қазудың көлемі анықталып отырады. Егерде қазаншұңқырдың тереңдігі 2м аспаса, нивелирлеу қазаншұңқыр жиегінен жүргізіледі, ал қазаншұңқырлар терең болса, олардың табанына құрылыстың негізгі торларымен байланыстырылған репер салынады. Осы реперді салу үшін, жиекте орналасқан кронштейнге болат рулетканы бекітеді (сурет 4.22) Рулетканың нөлдік шетіне 10 кг жүк байлап, оны ішінде сұйығы бар шелекке тоғытады. Төменде және жоғарыда орналасқан екі нивелирлер мен рулетка бойымен бір мезгілде көрсеткіштер b_1 және b_2 , рейка көрсеткіштері a и c алынып, қазаншұңқыр табанының реперін мына формуламен анықтайды

$$H_{pn2} = H_{pn1} + a - (b_2 - b_1) - c. \quad (4.4.3)$$

Осы анықталған репер бойынша жүргізілетін күнделікті тексеріс арқылы қазаншұңқыр табанының жобалық тереңдігі 10-20 см қазылмай қалуы тиіс, қалған тереңдік іргетастарды салу алдында қазылады. Таспалы іргетас салуға арналған траншейлердің жиектік контурлары жобаланған ғимараттардың негізгі остерімен қалыпты салу үшін керекті орындарды ескеріле отырып белгіленеді. Жеке (бағаналы) іргетас салынатын қазаншұңқырының контурлық жиегі іргетастың ортасынан жүргізілетін тұстама остер арқылы өлшеніп белгіленеді. Жобалық биіктіке дейін қазылғансоң қазаншұңқырдың табанына қайтадан іргетастардың контурлары белгіленеді



Сурет 4.22-Қазаншұңқыр табанына құрылыстың негізгі торларымен байланыстырылған репер салу.

Планды бөлу остерінен оның жиегіне дейін болат рулеткамен өлшеп, табандарын нивелирлеп, қазаншұңқырдың планы және биіктіктігі туралы орындалған (атқарылған) жұмыстарға түсіру жүргізіледі. Осы түсірудің нәтижесімен қазаншұңқырды дайындағандағы орындалу сұлбасы жасалынады.

4.4.3 Іргетасты салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

Қадалы негіз. Қадалардың ораласу орындарын остердің қиылысу нүктелерімен анықтайды. Қазаншұңқырдан тыс орналасқан остерді алдымен үстінгі жиекке, содан соң оның түбіне көшіреді. Қадалардың орналасу реті және оларды салу қадалардың типтеріне, қадалық алаңдарға, қабылданған қадалардың орналасу сұлбасына, копер қондырғысының (қағатын немесе батыратын) жүру бағытына байланысты болады.

Қадалар бір қатарда орналасатын болса (сурет 4.23, а) қазаншұңқыр түбіне барлық негізгі (габариттік) остері (А, В, 1, 4 т.б.) көшіріледі, ал аралық бөлшектер остерін габариттер остерінің арасына қолданылатын рулетканың ұзындығындай етіліп бөлінеді (белгіленеді). Габариттер және аралық бөлшектер остері құрылыстық орындыққа (2) бекітіледі. Тұстамалы бірдей осте орналасқан орындықтағы жылжымалы маркалар (6) (сурет 4.23, б) өзара байлау-баумен (қармақ жібімен) тартылады, осылардың бойлық және ендік остерінің қиылысқан нүктелерін қазық төбесіне белгілеп, қазаншұңқыр табаны мен бірдей етіліп қағылады. Қадалардың остері тұстамалы осте жатса, бір остен рулетканы тартып, жобалық арақашықтықтары орналасатын (4) (қада қыры) орындарға қазық қағылады. Қадалардың остері тұстамалы осте жатпаса, арақашықтығы 4м аспаса, тұстамалы оспен тартылған рулеткамен қадалардың жобалық қашықтықтары белгіленеді. Осы нүктелерден «көзбен» перпендикуляр жүргізіліп, оның

бойымен екінші рулеткамен қадалардың батырылатын орындары анықталып белгіленеді.

Бұталы орналасқан қадаларды салу үшін, алдымен қазаншұңқыр түбінде негізгі остері бекітіледі, содан кейін құрылыс орындықтарында бұталардың ортасы анықталады. Оны анықтау үшін, құрылыс орындығында орналасқан жылжымалы маркадағы остердің біріне ұзын рулетканы тартады, ал басқа (көлденең) маркадағы оске қармақ жіп тартылады. Қармақ жіппен рулетканың қиылысқан жері бұталы қадалардың ортасы болады. Ось тұстамаларын сақтай отырып, екінші рулеткамен немесе метрмен бұталы орналасқан әрбір қадалардың орындары табылады.

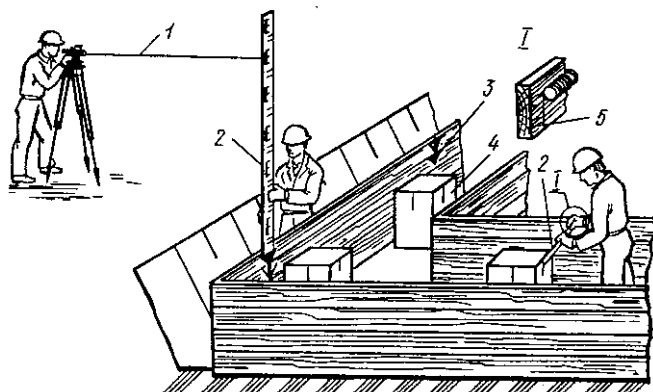
Қадалар бір бірінен 4 метрден артық орналасатын болса, бекітілген остерден қадалардың арақашықтығына тең, олардан тыс параллельді ось жүргізіледі. Оларға қадаларды батыратын орындар жоғарыдағы жазылған әдістермен орындалады.

Қадалардың батырылу тереңдігін бақылау үшін, қаданың ұшынан бастап әрбір метр сайын сандары жазылған жақсы көрінетін белгілер қойылады, ал жобалық батыру тереңдігін ПГ әрпімен белгілейді.

Қадалардың батырылу вертикальдығын копер қондырғысының жебесін тіктеу арқылы сақталынады. Қадаларды батыру үшін, әртүрлі копер қондырылғылары қолданылады.

Орнатылған қадалардың басына оларды кесетін (қиатын) жобалық белгілер және остер белгіленеді (сурет 4.24). Қадалардың бастары қиылғаннан кейін, орындалған жұмыстарға түсіру жүргізіліп, оның пландағы сұлбасы салынады.

Қада табанды **тұтасқұймалы іргетастасты** бөлу жұмыстары, қадалардың басына бойлық және ендік остерді белгілеуден тұрады (сурет 4.24). Қадалардың басына остерді белгілеу қазаншұңқыр жиегінде бекітілген остік белгі арқылы қазық 1 қада 4 төбелеріне бояумен белгіленеді. Қазықтар қазаншұңқыр жиегінен 1м кем орналаспауы тиіс. Тұстама ось 7-ні қарындашпен белгілейді. Белгіленіп қағылған қазықтар төбелеріне теодолит қойылып, дүрбіні тұстамалы аттас остермен бағыттау арқылы қадалардың төбелеріне остік белгілер салынады. Егерде қадалардың арақашықтығы тұстамалық остерден 4 метрден артық болса, осы арақашықтыққа тең және осыған 200...50 мм қосылып, остерге параллель жаңадан остер салынып қадалар төбелеріне қарындашпен белгіленеді.



1-нивелирдің горизонты, 2-метр-рейка, 3-бетондаудың жоғарғы деңгейін көрсететін белгі, 4-қада басында белгіленген ось, 5-бетонның қорғау қабаты

Сурет 4.25-Арматуралық қаңқаның және қалыптың остерін бөлу (арматура шартпен көрсетілмеген)

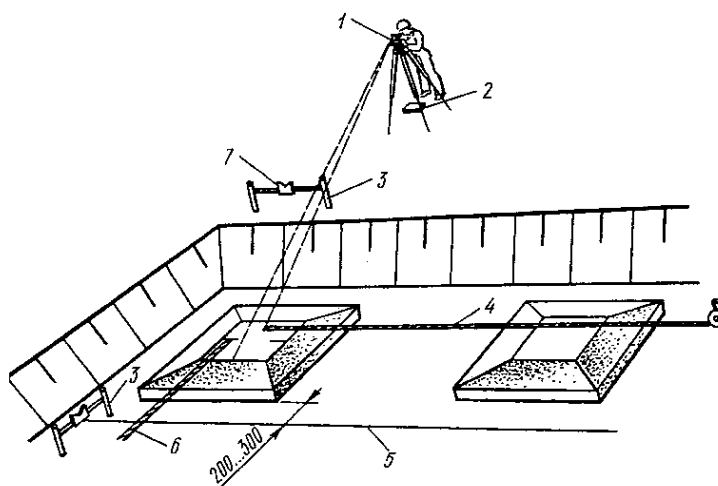
Арматуралық қаңқаның және қалыптың планын қаданың басына шығарылған 4-ші остен белгілейді (сурет 4.25). Ол үшін, геометриялық нивелирлеу арқылы биіктік белгілерді қаданың басына көшіреді. Қалып орнатылып бекітілгеннен кейін, оның жоғарғы жақ ішіне бетондаудың жоғарғы деңгейін көрсететін белгі 3 қойылады да, одан 100 мм жоғары $+0,1\text{м}$ деген белгімен бақылау белгісі қойылады. Қалыптың дұрыс орнатылғанын тексеру үшін, қаданың басындағы остік белгіден қалыптың ішкі қырына дейінгі арақашықтықты рейкамен 2 өлшеніліп тексеріледі және қорғау қабаты 5 анықталады. Қалыптың вертикальдығын оның сыртқы қырынан тіктегішпен бақылайды, ал бетонның қорғау қабатының дұрыстығын төменгі кимадан көзбен анықтайды.

Іргетастарды тайғанақ қалыптармен салғанда жоғарыдағы жазылған тәсілдермен орындалған геодезиялық бөлумен бірге қалыпты дұрыстау жұмыстарыда жүргізіледі. Ол үшін, қалыптың төменгі жағын кеңейтіу қамымен қабырғалары еңкіш етіліп орнатылады (жобамен көрсетілмесе конустылығы 1 м биіктікке 10...14 мм). Еңкіштікті тіктегішпен тексереді, және қалыптың ортасынан оның ішкі қабырғаларының арақашықтығы өлшеніледі. Бетондау кезінде қалыптың түзулігі бақыланып отырылады. Бетондау біткеннен кейін, іргетастың планының және биіктігінің орындалуы түсіріліп, орындалу сұлбасы жасалынады. Планды түсіру үшін іргетастың жоғарғы және бүйір қырларына қайтадан остерді көшіріп, осы остерден өлшеу жұмыстары жүргізіліп, жобалық арақашықтықтармен орындалған арақашықтықтардың алшақтығы анықталады.

Құрама іргетастар. Іргетастың табанының биіктігін нивелирлеу арқылы тексереді. Қазашұңқырдың тереңдігі 3 метрден аспаса, табанына биіктік белгілерді, оның жиегінен артқы рейканы реперлердің біреуіне қойып, алдыңғы рейканы қазаншұңқыр табанындағы құрылыстық орындықтың аяғына немесе қағылған қазыққа белгіленеді. Ол үшін, нивелирдің көздеуіш осінің биіктігі 1,2 метрден аспауы тиіс. Егерде қазаншұңқырдың тереңдігі 3 метрден артық болса, оның табанына белгілерді

автокөліктердің түсетін және шығатын жерлері арқылы немесе қазаншұңқыр құламасы арқылы бірнеше рет нивелирлеумен беріледі. Осы берілген биіктік белгілері құрылысты жүргізу бөліктеріне кем дегенде екі жерден уақытша реперлермен бекітіледі. Іргетастар табанына биіктік белгілер әрбір іргетасқа бірнеше жерден анықталады.

Жеке құрамалы іргетастардың остерін бөлу үшін қазаншұңқыр табанына бұрыштық және маяктық (аралық) блоктардың немесе блок-тұғырықтардың остерін көшіреді (сурет 4.26). Ол үшін, ғимараттың тұстамалы остерін жағадағы орындыққа 3 белгілейді де, теодолит 1 көмегімен қазаншұңқыр табанына габариттік бойлық және ендік остері және монтаждық бөлімдер немесе құрылыс кезеңдері остері көшіріледі. Көшірілген остердің дұрыстығын диагональдарды өлшеу арқылы тексереді. Бұрыштық және маяктық(аралық) блоктардың немесе блок-тұғырықтардың остері қазаншұңқыр табанында белгілемей-ақ, оның жиегіндегі немесе құрылыс орындықтарындағы тұстамалық остерді пайдалана отырып, салынатын іргетасты екі теодолитпен бағыттап салады, ал аралық блоктарды жобалық арақашықтығын рулеткамен 4 өлшеу арқылы



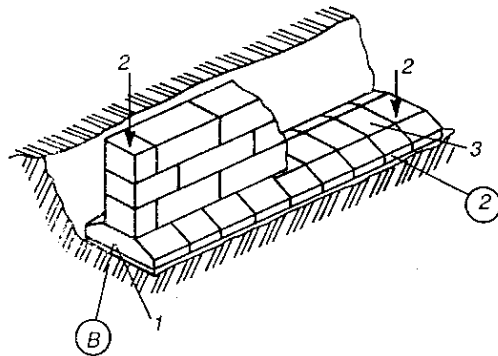
1-теодолит, 2-тұстамалық ось бекітіген белгі, 3- құрылыс орындықтары, 4,6- рулеткалар, 5-байлау-бау, 7-жылжымалы марка

Сурет 4.26- Іргетас блоктарына остерді көшіріп белгілеу

салады. Егерде іргетасқа ұстын табаны қойылса немесе іргетас бірнеше қабаттан тұрса, оларды бірінші қатардың табаны ретінде қолданады. Мұнда барлық тұстамалы остер және олардың қиылысқан нүктелері белгіленеді.

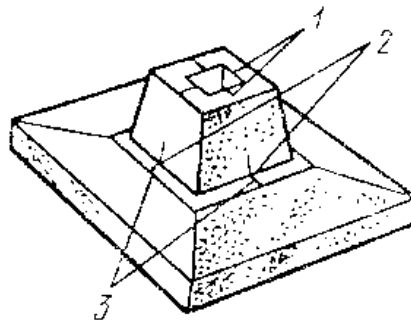
Таспалы іргетастың остерін бөлу (сурет 4.27), жеке іргетастарды бөлу тәсіліндей жүргізіледі және қосымша бұрыштық және аралық іргетастардың қойылатын орындары белгіленеді. Егерде бұрыштық және аралық іргетастар нивелирмен және теодолитпен қойылса, онда құрылыс орындықтарына остер белгіленбейді, оның орнына, осы орындықтар арқылы бұрыштық және аралық іргетастар қырларынан 20...30 мм арақашықтықта байлау-бау тартылады.

Іргетастарды жинақтамай тұрып, олардың қырларына метрмен оларға қондырғы белгілер салынады. Остер симметриялы байланыстырылса, қондырғы белгі 1 іргетастардың ортасына белгіленеді, егерде олай болмаса, қондырғы белгі 1 барлық іргетастардың бірдей қабырғаларының қырларынан өлшеніліп белгіленеді.



1-оспен қалыптасқан қондырғы белгі, 2- нивелирлеу орны, 3-бағыттау белгі

Сурет 4.27- Таспалы іргетасты дұрытау



1,3- бағыттау белгілері, 2-қондырғы белгілер

Сурет 4.28- Ұстынды (тіректі) жинақтауда бірлестіру белгілері

Ұстын (тірек) табанын жинақтауда (сурет 4.28) бағыттау белгілері 1 стакан тесіктерінің өлшеміне байланысты, ұстын остерімен байланыстыру арқылы салынады. Сызғыштың, қармақжіптің және тіктегіштің көмегімен ось белгілері іргетас пен ұстын табанының сыртқы қырларына көшіріледі. Бағыттау белгілер 3, қондырғы белгілер 2 бір бірімен «жәй көзбен» қиылысатырылады. Биіктік белгілер ұстынды стаканға жинақтағанда геометриялық нивелирлеумен калибрланған төсем, құрылғы белгілеуді орнату арқылы орнатылады.

Құрама іргетастар салынып біткеннен кейін, орындалу түсірісі жүргізіледі. Ол үшін, іргетастың барлық элементерін қайтадан оське көшіреді. Орындалу түсірісте ұстын табанының биіктігін стакан түбімен анықтайды. Шпунтты бұрғы толтырмалы қадаларды, бұрамалы қадалары салу жұмыстарында геодезиялық жұмыстар жоғарғы жұмыстарға ұқсас және жобада көрсетілгендей етіліп жүргізіледі.

4.4.4 Сынақтық сұрақтар

- 1 Құрылыс алаңын тегістеу кезінде атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 2 Қазаншұңқырды салуда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 3 Қадалы негізді іргетастарды салуда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 4 Тасқұймалы іргетастарды салуда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 5 Құрама іргетастарды жинақтауда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 6 Таспалы іргетастарды жинақтауда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;
- 7 Ұстын (тірек) іргетастарын жинақтауда атқарылатын геодезиялық жұмыстар;

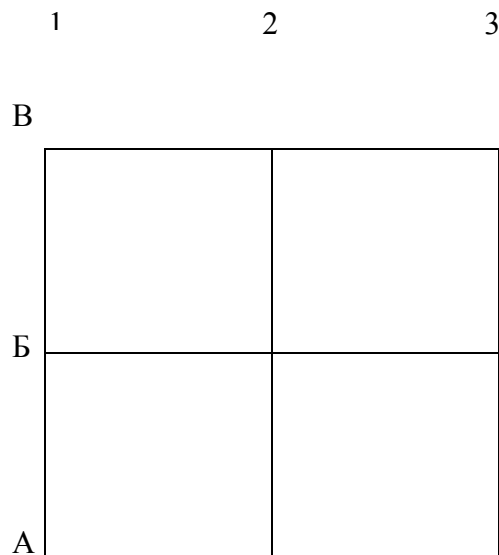
4.4.5 Өздік есептік- графикалық жұмыс

Тақырып: Құрылыс алаңын вертикаль бағытта тегістеу;

Мақсат: Жер жұмысының көлемін есептеу

Керекті құралдар: Микрокалькулятор, сызатын құралдар, жұмыс дәптері

Тапсырма: Жер жұмысының балансын сақтай отырып горизонталь алаңды вертикальды тегістеу. Жергілік квадраттық пішінді 4 квадратқа бөлінген (сурет 4.29), қабырға ұзындықтары 20 м, квадрат төбелерінің биіктіктері 4.4.1- кестеде нұсқалар мен берілген. Нұсқа есепік кітапшаның акырғы екі санымен берілген.



Сурет 4.29-Квадрат торы

Ескерту: горизонталь жазықтықты тегістеу үшін қолданылатын есептеу жұмысы 4.23-ші тақырыпта қарастырылған.

Кесте 4.4.1

Нұсқа	Квадрат төбелерінің биіктіктері, м								
№	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
1	16,36	15,49	14,62	14,58	13,75	12,99	13,44	12,86	12,46
2	17,41	16,54	15,63	16,63	14,81	14,20	14,48	13,90	13,67
3	18,58	17,62	18,74	17,81	15,83	15,12	15,01	14,87	14,88
4	15,48	14,53	13,87	14,18	13,87	12,91	13,63	12,85	12,21
5	12,58	13,00	13,59	12,96	13,77	14,60	13,50	14,40	15,30
6	13,68	14,12	15,70	14,03	14,83	15,72	14,63	15,52	16,42

7	14,76	15,24	15,80	15,13	15,96	16,81	15,75	16,64	17,58
8	15,88	16,34	16,83	16,21	17,04	17,92	16,84	17,71	18,64
9	19,78	20,07	20,63	19,97	20,80	21,58	20,48	21,38	22,25
10	20,47	20,89	21,48	20,84	21,66	22,49	21,38	22,27	23,18
11	21,36	21,78	22,37	22,73	22,54	23,38	22,27	23,16	24,07
12	22,25	22,66	23,26	23,62	23,43	24,27	23,16	24,05	24,96
13	23,14	23,56	24,15	24,51	24,32	25,16	24,05	24,94	25,85
14	24,03	24,45	25,04	23,40	25,21	26,05	24,94	25,83	26,74
15	25,00	25,34	24,93	24,29	26,10	26,94	25,83	26,72	27,63
16	25,88	26,23	25,82	25,18	27,00	27,83	26,72	27,63	28,52
17	26,76	27,12	26,71	26,07	27,95	28,72	27,61	28,51	29,41
18	25,31	24,43	23,51	24,68	23,76	22,94	23,60	23,04	22,64
19	27,20	26,32	25,40	26,57	25,65	24,83	25,49	24,96	24,53
20	28,09	27,21	24,28	27,46	26,54	25,72	26,38	25,85	25,42

4.5 Инженерлік құрылыстардың жер бетіндегі бөлігін салу кезінде геодезиялық қызыметпен қамтамасыз ету

4.5.1 Құрастырмалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыс;

4.5.2 Кірпішті және тұтасқұймалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

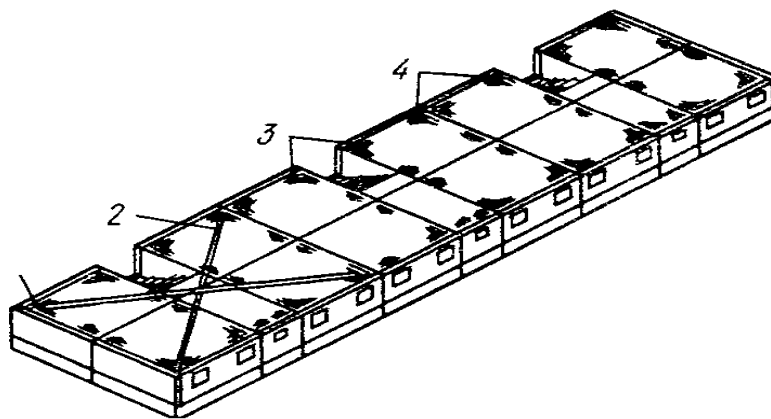
4.5.3 Өнеркәсіптік ғимараттарын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар;

4.5.4 Металлды құрылымдарды жинақтауда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

4.5.5 Сынақтық сұрақтар.

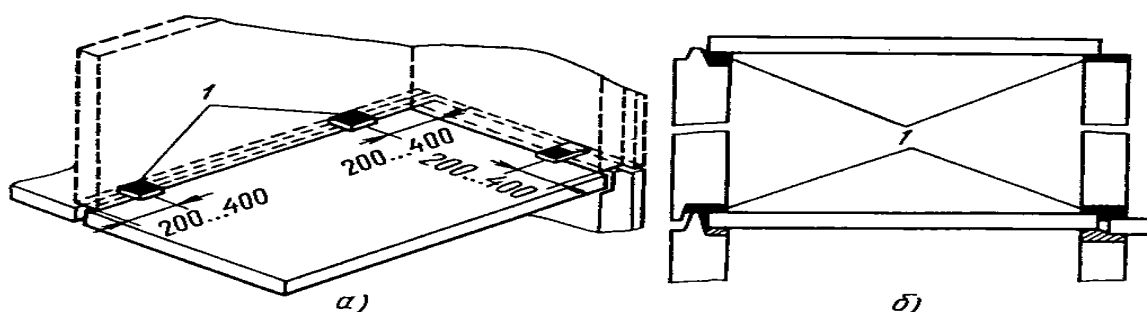
4.5.1 Құрастырмалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыс;

Іріқабырғалық ғимараттарының қабырғаларын жинақтау (сурет 4.30), орнатылған іргетастарға құрылыстың тартымды бөліктеріне (захваткасына) немесе құрылысты салу кезеңдеріне байланысты жүргізіледі. Біріншіден іргетастарға ғимараттардың габариттерін анықтайтын немесе тартымды бөліктерді анықтайтын остері көшіріледі және олардың арақашықтықтары анықталады. Дұрыстығын тексеу үшін тікбұрышты төртбұрыштың диагональдары өлшеніледі, олардың теңдігі арқылы, бөлудің ромбаға ұқсастығы тексеріледі. Диагональдардың ұзындықтарын тік бұрышты үшбұрышты шешу арқылы анықтайды. Тартымды бөліктің ұзындығы 45 метрден артық болса, алынған төртбұрыштың диагональдары 50 метрден аспайтындай етіліп бөлінеді.



1 – бойлық және ендік остердің қиылысқан нүктесі, 2 - диагональ, 3, 4 – қабырғалық панелдерді жинақтауға арналған бағыттау белгілер

Сурет 4.30- Остеді бөлу және тартымды бөліктердегі жұмыстардың дұрыстығын тексеру



Сурет 4.33- Панелдер түбіне маяктарды орнату (а) и және қабырғалар мен аражабындарды түзету (б)

Қабырғаларды, аражабындарды, сатыларды т.б. элементерді жинақтау пландарда

геодезиялық бөлуден жасалған бағдарлау осінің белгілерімен, биіктікті нивелирлеумен горизонттарды түзету арқылы жүргізіледі.

Бойлық көтергіш қабырғалы ғимараттарда қабырғалық панелдерді жинақтау үшін, бағдарлау белгілерін көлденең шетжақ қабырғаларға, лифт-сатылық тораптарға, қатандық қабырғаларға, бойлық қабырғаларға белгілейді. Ұясты және іргелік қабаттарының қабырғаларын жинақтау белгілерін іргетастың жоғарғы беттеріне белгілейді, ал бірінші және жоғарғы этаждың қабырғаларын жинақталған аржабын үстерінде белгілейді.

Сыртқы қабырғалардың бағдарлау белгілерін корпустың іш жағына, орталық бойлық остер- лифт-сатылық тораптардың қарсысына, қатандық қабырғалар -кез келген жағынан белгіленеді. Барлық жағдайларда бағдарлау белгілері бірдей етіліп жасалынады. Әрбір жинақтайтын панелдерге бағдарлау және тексеру белгілерін үш жерден қояды: екеуін бойлық, біреуін көлденең бағытта.

Көлденең көтергіш ішкі қабырғалы ғимараттарда бағдарлау белгілерін габариттік остен корпустың ішіне қарай белгілеудің басынан бастап арақашықтықтарды тексере отырып белгіленеді. Панельдерді орнына

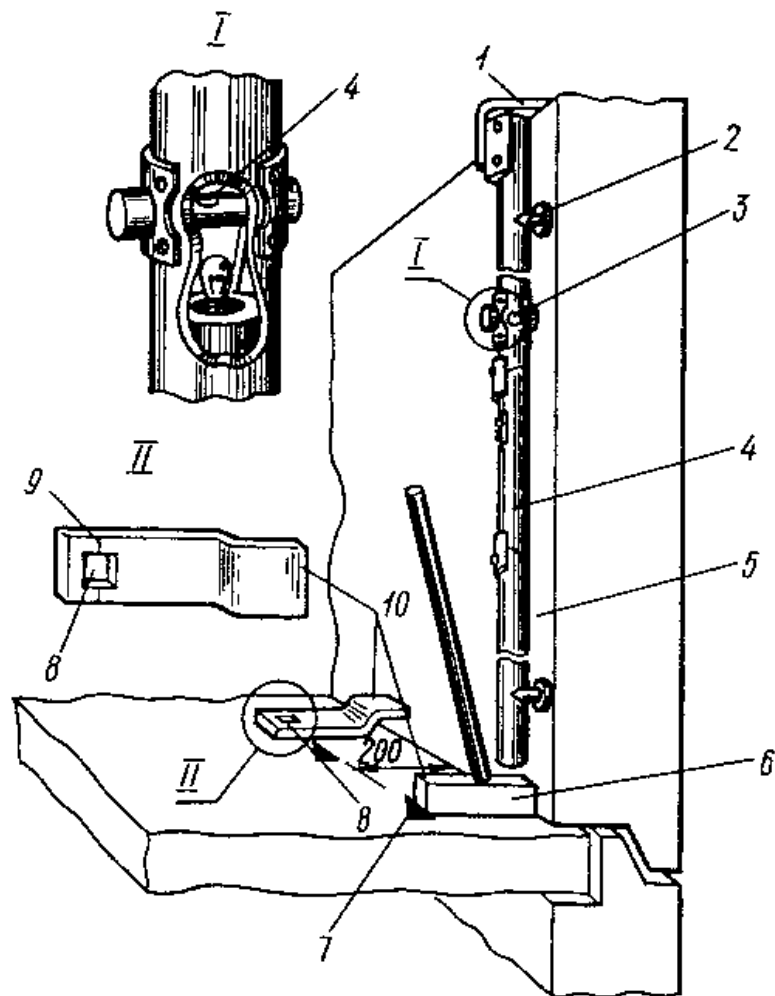
қоймай тұрып, ең аз дегенде әрбір панелді екі жерден нивелирлеу арқылы биіктік жинақталу горизонты анықталып, панелдердің қойылатын асты тегістелінеді. Тегістеу үшін, нивелирлік рейканы панелдің қойылатын жерінің ең биік нүктесіне қояды да, оған қалау ертіндісінің жұқа қалыңдығын қосып, табылған биіктік арқылы ертіндімен жинақтау горизонты тегістелінеді. Ол үшін ертінділерден жасалған маяктар 1 (сурет 4.31) орнатылады.

Панелдердің төменгі жағын остермен дұрыстау үшін, бағдарлау белгі 7 арқылы бүйір және шетжақ панелдер қырлары қиылыстырылады (сурет 4.32). Бақылау белгілерге, жинақтау бұрыштық немесе Т- тәрізді тіреуіш 6 беттерімен 10 бойлық және шетжақ панелдер бірлестіріліп қойылады. Сыртқы және ішкі панелдерді тік қою және оларды уақытша бекіту үшін, жекешеленген немесе топталған жинақтау жабдықтары қолданылады.

Жекешеленген жабдықтармен қабырғалардың панелдерін тік қою үшін (сурет 4.33), телескоптық сүйеме 1 панелдердің төменгі жағынан тіреуіш 6 арқылы бағыталады. Панелдердің тіктігін рейка-тіктегішпен немесе рейка-деңгейлегішпен тексереді (сурет 4.34).

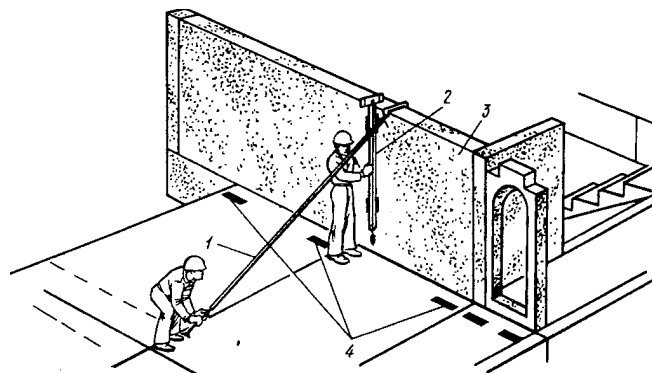
Панелдерді топталған жинақтау жабдықтарымен дұрыстау үш горизонталдық байланыстырғыштармен 1 жүргізіледі, екеуі үстінен және үшіншісі астынан (коммуникация өткізілетін қуыстан) (сурет 4.34). Көтергіш панелдердің (3,4) жобалық орындарын (арақашықтық D_0) базалық панелден 2 бастап олардың геометриялық остеріне белгілейді, айыр ұстағыштың қысқыш беттері 5 панелді 4 екі жақтан қысып тұрады.

Қабырға панелдерінің бағыттарын белгілеу және дұрыстау үшін, жинақтау горизонттарында бағдарлау белгіні қабырға панелдерінің астының орнын темірлік лентаға түсіретін үлгілер қолданылады. Панелдерді жинақтау үшін тағы басқадай да жинақтау жабдықтары қолданылады. Олардың қалай падалануы керектігі қолдану нұсқауларында көрсетіледі және пайдалану алдында үлгілердегі белгілердің арақашықтығы өлшеніп, жобалық арақашықтықтармен салыстырылады, сөйтіп олардың жарамдылығы тексеріледі.



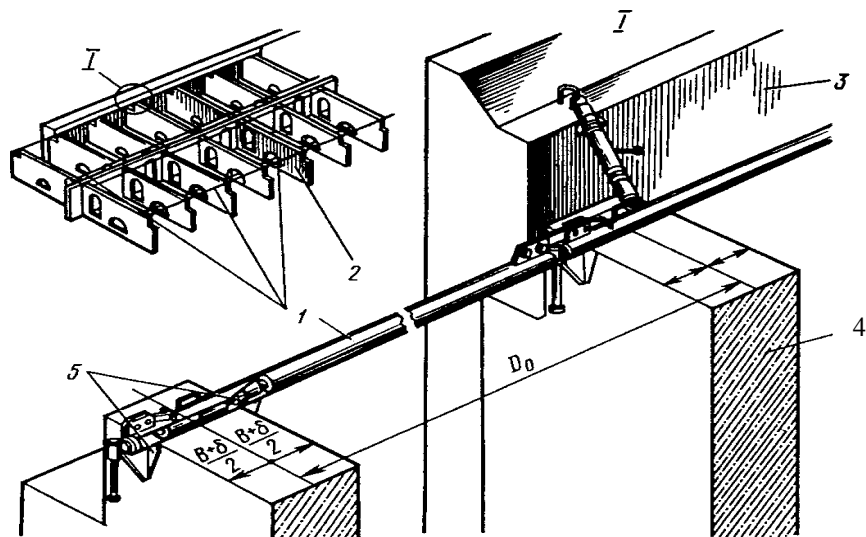
1 - қапсырма, 2 - тіреуіш, 3 - деңгей, 4 - дюралюминді құбыр, 5 – дұрысталынатын панель,
6 - Т –тәрізді тіреуіш, 7 – бағыттау белгі, 8 - терезе, 9 – қондыру белгісі,
10 – бұрыштық және тіреуіш беттері

Сурет 4.32- Панелдердің төменгі жағын остермен дұрыстау



1 – телескоптық сүйеме, 2 - рейка-тіктегіш, 3 - дұрысталынатын панель, 4 – бағыттау белгілері

Сурет 4.33-Панелдердің тік тұруын келтіру

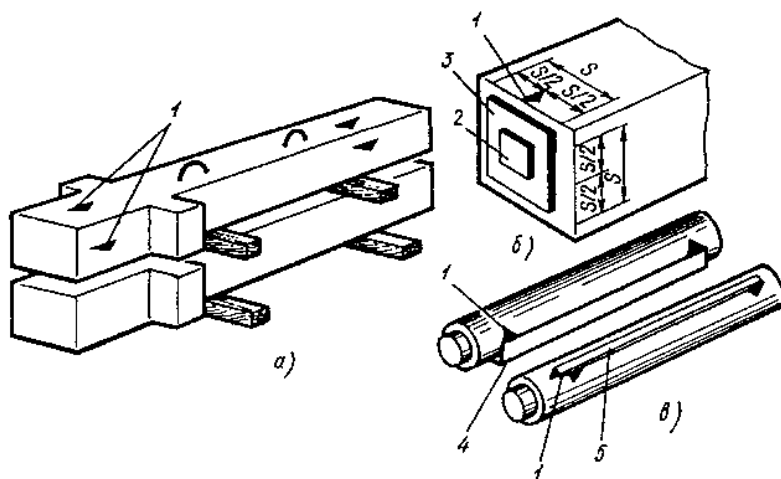


1 – горизонталь байланыстырғыш, *2* - базалық панель, *3* - сыртқы қабырға панелі, *4* – ішкі қабырға панелі, *5* - айыр ұстағыштың қысқыш беттері; $(B+\delta)/2$ – панель қалыңдығының жартысы және панелдерді дайындау қателері, B - панелдің қалыңдығы
 D_0 – панель остерінің арақашықтығы

Сурет 4.34 –Топталған жинақтау жабдықтары

Қаңқалы ғимараттарды салу алдында, дайындалған құрастыру элементеріне (бөлшектеріне), бұрыннан орнына қойылған құрылымдарда белгіленген бағдарлау белгілермен келтіру үшін, ұзындығы 60 мм жіңішке ашық түсті қарындашпен орнату белгілері салынады.

Темірбетонды ұстындарды орнату белгілері 1 жоғарғы және төменгі шеттерінен 100мм төмен белгіленеді. Бірінші қабатта стаканды іргетастарға қойылатын ұстындарға орнату белгілері стаканның тереңдігі ескеріле отырып, үлгімен немесе рулеткамен белгіленеді (сурет 4.35,*а*).



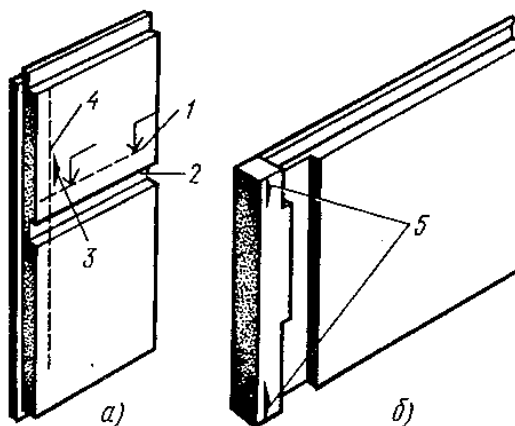
а - темірбетонды, *б* – темір өзекті, *в* – дөңгелек, *1* – орнату белгілері, *2* – ортаға келтіру төсеніші, *3* – белгілеу пластинасы, *4* - швеллер, *5* – бұрыштама

Сурет 4.37- Ұстындарды белгілеу

Темір өзекті ұстындарда белгілеу негізі ретінде белгілер салынған темір пластиналар 3 қолданылады (сурет 4.35,б). Пластинкадағы белгілерді ұстын бетіне көшіреді.

Орнату белгілері Н және Т нұсқалы рамалық құрылымдар ұстындарына орнату белгілері жеке ұстындарға, сегіз қырлы немесе басқадай түрлі дұрыс пішінді ұстындарға қарама қарсылы төрт жақ бетіне белгіленеді.

Дөңгелек ұстындарға (сурет 4.35,в) орнату белгілері үлгілермен салынады. Орнату белгілерін салу үшін, ұстынның төменгі орнатылатын шетінің диаметрін өлшеп, оны төртке бөледі де бірінші орнату белгісін 1 қояды, келесі үш белгіні бірдей аралықпен белгілейді. Ұстынның жоғарғы қимасын белгілеу үшін, оның алғашқы орнату белгісін швеллерлі үлгісінің 4 бір сәресімен бірлестіріп жатқызады да, темір бұрыштамамен 5 орнату белгілерін белгілейді.



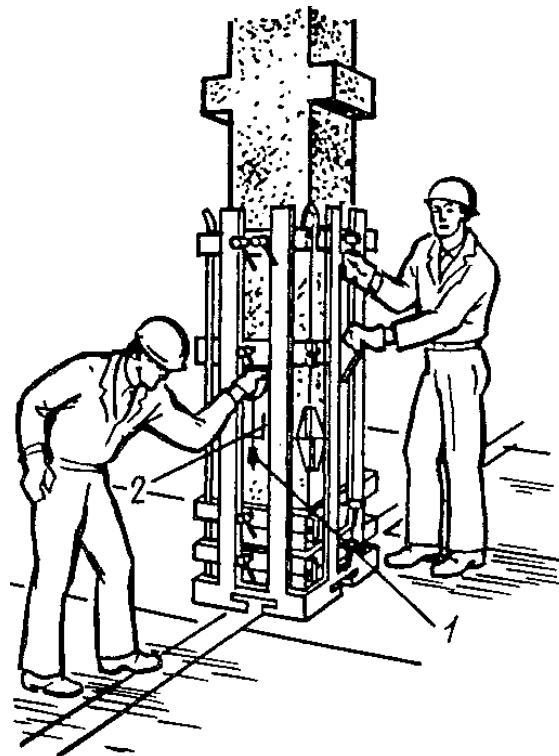
1 – аспалы деңгей, 2 - кемер, 3 –бақылау белгісі, 4 – аспаның қыры,
5 – орнату белгісі

Сурет 4.36- Аспалы панелдерді белгілеу (а) үстін мен панелдің түйіскен жері (б)

Аспалы панелдерді белгілеу (сурет 4.36,а,б), оларды жинақтау кезінде қажетті биіктікте орынату үшін, оның ішкі бетіне аспалы деңгейді 1 салумен жасалынады. Осыған қосымша негізгі белгіден 100 мм жылжытылып биіктік, 100...200 мм жылжытылып пландық бақылау белгілері 3 салынады.

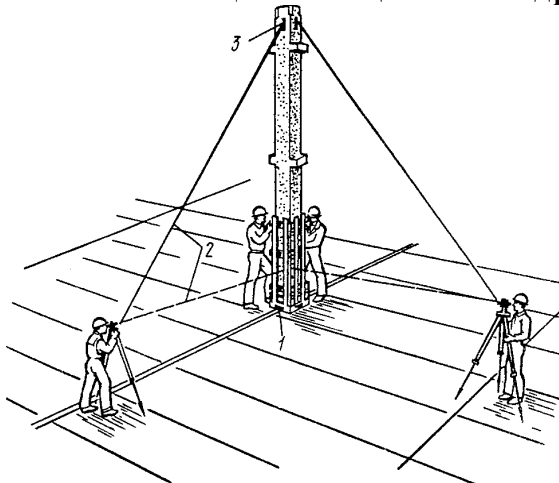
Ұстындағы орынату белгілерін 2 (сурет 4.37) іргетастағы бағдарлау белгілерімен үйлестіру тіктегішпен 1 жүргізіледі. Бағдарлау белгілерін ұстынның барлық қырларына белгілейді.

Биіктігі бір қабаттық ұстындардың түйісетін жерлері аражабындармен бірлестірілген болса, қаңқаларды дұрыстау базалық қатардан басталады. Ұстынның төменгі жағын астындағы тіректерде оске бағдарланған белгі 1 орналастыру белгілермен 3 (сурет 4.40) білестіріліп, жобалау бағытқа келтіріледі. Остердің дұрыс бірлестірілгендігін тіктегішпен тексереді, ал ұстындардың вертикалдарын дұрыстау екі өзара перпендикуляр жазықтықтарда теодолитпен жүргізіледі.



1- тіктеуіш, 2 – орнатылу белгі

Сурет 4.39- Ұстынның төменгі қиылысын дұрыстау



1 – бағдарлау белгі, 2 – көздеуіш сәуле, 3 – орналастыру белгісі

Сурет 4.40- Ұстынды вертикалдығын дұрыстау

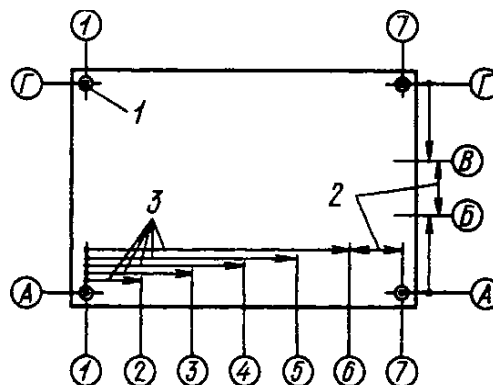
Н- және Т нұсқалы жақтаулық құрылымдарды дұрыстау, тіректік беттегі белгілерді және нивелирлеу нәтижесі бойынша төсеніштерді тексеру және түзетуден бастайды. Ұстындарды қоюда қолданылатын жинақтау жабдықтары жүйелі түрде тексеріледі: ұстындардың қысылатын тіреуіштерінің арақашықтықтары ұстындардың қырларының жобалық өлшемдермен салыстырылады.

Ұстындарды жинақтап біткеннен кейін, келесі бөлшектер қойылғанша қабат ярусының ұстындарының планда және биіктікте дұрыстығы ұқыпты тексеруден өтеді.

Блокты ғимараттарды жинақтауда геодезиялық жұмыстар ғимараттың габаритінен өтетін остерді іргетастарға көшіруден басталады, содан кейін көтергіш қабырғалардан өтетін барлық остер белгіленеді. Осы

остерден карандашпен қабырғалар қырларына құрама бөлшектерді орнату белгілерін және қырлардан 200 мм арақашықтықта осы белгілерді көшіру сызықтары белгіленеді. Орнату белгілерін қабырғалардың басына және аяғына белгілейді және осылардың арасына жіңішке сым немесе қармақ жіп тартылып, солар бойынша аралық блоктар бағыттталып орындарына қойылады. Аралық остерге жобалық арақашықтықтарды негізгі остерден бөледі. Нүктенің басы ретінде жинақтау горизонтында белгіленген бойлық және ендік остердің қиылысқан нүктелері алынады. Аралық остерді 3 (сурет 4.39) нүктеден 1 бөледі. Ақырғы арақашықтықты 2 бөлудің дұрыстығын тексеру үшін өлшейді. Остер 1-7, А-Г көтергіш қабырғалар арқылы өтеді. Бөлуді мысал ретінде тек қана 1 және А остерінде көрсетілген, осылайша бөлу (остер 2...6) бойлық ось Г және ось 1 (остер Б,В) арқылы бөлінеді. Остердің қиылысқан жерлеріне контур бойынша 20...30 м арақашықтықта маяктық блоктар қойылады, олардың араларына қатардағы блоктар қойылады. Жер топырақтарының бетінен төмен орналасқан сыртқы қабырғаларға, бұрыштық немесе маяктық блоктардың арасына ішкі жағынан 20...30 мм арақашықтықта байлау –бау тартылады, ал жер топырақтарынан жоғары орналасқан блоктарға сырт жағынан тартылады. Жер асты және жер үстінде орналасқан ішкі қабырғалардың остері біріншіден ақырғы қабатына дейін олардың тұстама остерінде орналасқан белгілерден, барлық қабаттарда бірдей етіліп түзетіледі.

Бойлық бағытта жинақталатын блоктарды контактылық тәсіл арқылы ағаш немесе басқадай білеулер пайдаланылған калибрмен немесе үлгімен түзетіліп дұрысталады. Төсеніштердің қалыңдығы жобалық жіктерге сай болады және оларды жіктерді бекітерде алып тастайды.



1 – габариттік остердің қиылысу нүктесі, 2 – бақылау үшін өлшенілетін арақашықтық,
3 – аралық остер

Сурет 4.39- Блокты ғимараты бөлу және бақылау сұлбасы

Қабырғалар блоктарының биіктік белгілерін нивелирлеу нәтижесі бойынша анықтайды. Қабырғаның тіректік беттер белгілері маяктар арқылы түзетіледі. Маяктардың қалыңдығын, жинақтау горизонтының ең жоғарғы нүктесімен (ертіндінің қалыңдығын есептей отырып) блоктардың қойылатын тірек бетіне дейінгі айымашылығымен есептейді.

Ірі блокты ғимараттар бес қабаттан, қабат биіктіктері 3 метрден аспаса,

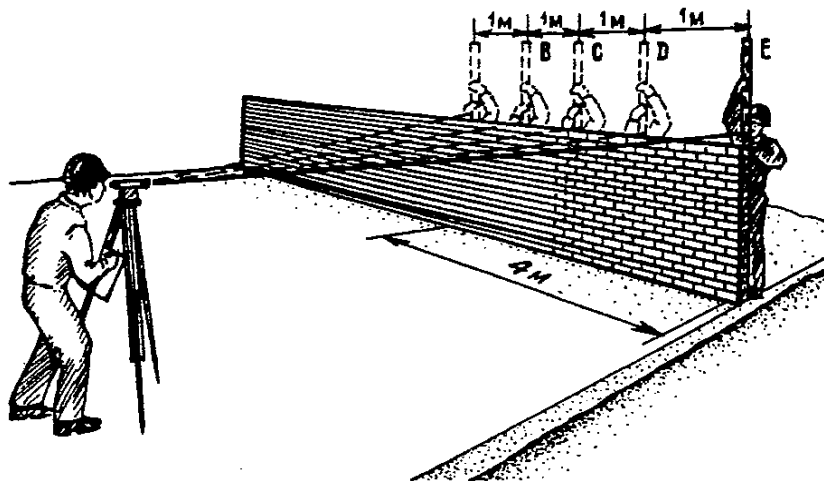
пландық орындалу түсірістері байлау блоктарының қойылған жерлерінде жүргізіледі, егерде одан көп болса қосымша әрбір қабатта ішкі және сыртқы қабырғалардың түйіліскен жерлері түсіріледі

4.5.2 Кірпішті және тұтасқұймалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

Кірпіштен, табиғаттық және жасанды тастардан салынатын геометриялық дұрыс пішінді ғимараттарды немесе имараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар: торлық остерді бөлу, оларды габариттік остермен байланыстыру, биіктіктерді анықтаудан тұрады. Бұл жұмыстарды жоғарыда жазылған әдістермен және аспаптармен жүргізіледі.

Кірпіш қалаудың дұрыстығын әрбір метр биіктікте, қалану тіктігін әрбір 4 м биіктікте тексеріліп отырады.

Тұтастасқұймалы ғимараттарды салуда бөлу остерін, биіктіктерін белгілеу жоғарыда жазылған әдістермен орындалады (сурет 4.43) және онымен бірге қалыптарды түзету жұмыстары жүргізіледі. Геодезиялық жұмыстар құрылыс салуға дайындалу және оны жүргізу кезеңдерінде жүргізіледі. Дайындалу кезеңдерінде остерді бөлу және оны бекіту, жүргізу кезеңдерінде-қабырғаларды нивелирлеу және оның нәтижесі бойынша оларды түзету жұмыстары жүргізіледі.



Сурет 4.43-Кірпіш қалаудың дұрыстығын тексеру

Тайғанақ қалыптардың төменгі жағын, бетонды ақтырмайтын құрал-жабдықтарды пайдалана отырып, маяктар арқылы орнатылады. Пайдалану алдында олардың бөлшектерінің түзулігі және габариты анықталады. Егерде олардың бөлшектерінің түзулігі 2 мм –ден артық, габариты жобадан 15 мм артық болса, ол қалыптар қолданылмайды.

Қалыптың қабырғалық бөлшек терін орнату үшін, іргетастарға қабырғалардың контурларын белгілейді. Қорапты бейнелейтін қалыптың ішкі қалқандарын горизонталды қойып, олардың жоғарғы жағын нивелирмен

тексереді. Қораптарды жинауда қалқандардың тіктігін үлгі-тіктегішпен тексереді. Тіктегіштің ауытқуы қалқандардың конустық бағытын және оның мәнін көрсетеді (жобада рұқсат мөлшері көрсетіледі). Бетондау кезінде қалыптың горизонталдығын домкраттарда орналасқан бақылау рейкалары немесе домкраттардың шыбықтарында қойылған белгілер бойынша нивелирлеумен түзетіліп отырады.

Салмалы бөлшектердің, ойықтардың, қуыстардың биіктігін бақылау рейкалардан немесе биіктік белгілерден өлшеп белгілейді. Осы бөлшектердің пландағы орындарын, біраттас белгілердің арасына байлау-бау тартылып, метрмен олардың жобалық арақашықтықтары өлшеніледі де, осы жерден тіктегіштер түсіріліп бормен немесе бояуен белгілейді.

Барлық имараттардың вертикалдығын тіктегішпен, зенит-аспаптармен, тексеріліп отырады. Тікбұрышты ғимараттарды тексергенде тіктегішті әр бұрыштан және ұзын жағының ортасынан түсіреді. Дөңгелек пішінді ғимараттарды салуда кем дегенде үш тіктегіш ілініп тіктің қамсыздандырады.

4.5.3 Өнеркәсіптік ғимараттарын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Өнеркәсіптік ғимараттар құрылымдары; ұстындар, беларқалар, аражабын тақталары, қабырғалық панелдерді бөлу(топтастыру) және дұрыстау жұмыстары тұрғын ғимараттарды тұрғызудағы жұмыстармен ұқсас жүргізіледі.

Кран асты арқалықтың планда жинақталатын бағдарлау белгісін ұстынның консолына (аспасына) оның төменгі қимасынан ауыр тіктегішті немесе теодолиттің еңіс сәулесін қолдана отырып белгілейді. Арқалықты көтермей тұрып, оның тіректік бетіне консолға қойылу белгісі белгіленіп, жинақтағанда осы белгі, консолдағы бағдарлау белгісімен бірлестіріледі. Арқалықтың дұрыстап орнына қойылуы және оның біржолата бекітілуі тұстамаға немесе арқалықтың қойылу деңгейіндегі кронштейнге қойылған теодолитпен бақыланып отырады. Кран асты арқалық орнына қойылғаннан кейін, оның жоғарғы бетіне кран рельсі қойылатын жерлерге бағдарлау белгілері қойылады. Ол үшін, бағдарлама белгілердің араларына жіңішке сым немесе қармақ жіп тартылып кран асты арқалыққа әрбір 3 м сайын бойлық остер және рельс астының контуры белгіленеді. Рельс тұрақты бекітілгенге дейін олардың қойылатын жазықтығында рельс баулықтарының арақашықтығы өлшеніп отырылады.

Кран асты арқалық пен рельстің биіктіктерін дұрыстауды барлық консольдерді нивелирлеу арқылы жүргізіледі. Егерде нивелир мен рейканы консольдің жоғарғы биіктігіне қою қиындыққа түссе, бақылау белгілерін ұстынды орнына қойғанша белгілейді. Барлық ұстындарда бақылау белгілері мен консольдың арақашықтығы ұстындар орнына қойылғаннан кейін жер

бетінен (еденнен) нивелирлеуге келетіндей болуы тиіс. Нивелирлеудің нәтижесі бойынша ұстындар консольдерінің биіктік белгісі анықталады. Арқалық пен рельс астындағы төсеніштер қалыңдығын, нивелир рейкасының ең кіші көрсеткіші және бақыланылатын нүктеге қойылған рейка көрсеткішінің айырмашылығымен есептейді.

Фермалар және төбежабын арқалықтарын белгілеу және орнына жинақтау, кран асты арқалықты белгілеу және жинақтау сыяқты жүргізіледі. Жабын тақталар фермаларға жобалық жинақтау тірегінің өлшемдерін сақтай отырып, геодезиялық бөлу жұмыстарын қолданбай-ақ жинақталады.

4.5.4 Металлды құрылымдарды жинақтауда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар

Металлды құрылымдарды дұрысталмай (безвыверочно) және дұрыстау жинақтау әдістерімен жүргізіледі. Дұрысталмайтын жинақтау әдісі ұстындарды қойғанда қолданылады. Ол үшін, ұстынның қойылатын табаны-металлдық тірек плиталарын –фрезерлейді және дәл дұрыстайды.

Тірек плиталарды астына бетон құяр алдында дәл дұрыстау және бекіту екі әдіспен орындалады: алдын ала іргетастарға қойылған дұрыстау бұрандамаларын қолдану арқылы ; кондуктордың инвентарлық құрылғылары көмегімен.

Плиталарды дұрыстау бұрандамаларына қою, өндіріс салаларының қандай жағдайлары болмасын тиімді. Ұстынның дұрыс қойылуы, оның табаны мен тірек плиталарының тегістеліп өңделгеніне байланысты болады. Тірек плиталардың үстін мұқият тексереді, ол үшін, оның үстін бес рет ортасын және шеттерін нивелирлейді. Егерде ауытқу 1мм асып кетсе, онда тірек плиталарды дұрыстау қайтадан жүргізіледі. Фрезерленіп тегістелген тірек плитасы мен ұстынның табанының бір-біріне үйлесу дәлдігі 1 мм аспайтындай етіліп келістіріледі.

15 м биіктікке дейінгі ұстындарды бекіткіш сомындарды тығыз және бірқалыпты тарта отырып бекітеді. Ұстынның тіктігін геодезиялық бақылау темір бетонды ұстындарды жинақтаудағыдай жүргізіледі. Ұстынның табандары енсіз болса, қатылығы аз бағытқа, оны тартқыштармен тартып қояды және оларды жобалық байланыстырғыштар мен тұрақты бекітілгеннен кейін ғана шешеді. Ұстындар тұрақты бекітілгеннен кейін, оның тіктігін қайтадан тексереді.

Арқалықты түзетіп жинақтау, геодезиялық аспаптар бақылай алатындай жерге орналастырылып, оның бақылауымен, төсеніштерді алу немесе қосу арқылы реттеледі. Жинақтау кезінде бақылауға ыңғайлы болу үшін, металлды құрылымдарға жинақтау белгілері айқын бояулармен белгіленеді және жол-жол сызықтар сызылып, сандармен белгіленген қағаздар жапсырылады.

Егерде құрылыс алаңында үлкен жүк көтергіш крандар болатын болса, онда өзара тұрақты бөлшектермен (фонарлар, байланыстырғыштар,

жүгіртпелер және т.б.) бекітілген екі (төрт) фермадан тұратын ірілендіру блоктары құрастырылады. Жинақтау жұмыстарына дейін, құрама бөлшектердің блокта дұрыс жинақталғандығы ұқыпты тексеріледі.

ҚР ҚНЖЕ (құрылыстық нормалар және ережелер) бойынша дұрыстау жұмыстарына үлкен мән беріледі. Мысалы, фрезерленген тіректік плитаның беті мен ұстын табанының ауытқыуының рұқсаттық мөлшеі 1,5 мм болса, кран асты арқалықтарының шеттерінің бір-бірімен қиылысуларының ауытқуы 2 мм артық рұқсат берілмейді. Резервуаларды жинақтағанда контулық тіректерінің горизонталдығы ұқыпты тексеріледі. Нивелирлеуді қысқа сәулелермен әр түрлі нүктелерден жүргізеді қабырғаларының тіктігін теодолитпен, ал олардың бағдарын ертеден қойылған белгілермен тексереді.

4.1.5 Сынақтық сұрақтар

1 Іріқабырғалық ғимараттардың қабырғаларын жинақтауа жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

2 Бойлық көтергіш қабырғалы ғимараттарды жинақтауа жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

3 Көлденең көтергіш қабырғалы ғимараттарды жинақтауа жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

4 Ұстындарды дайындау және жинақтау кезінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

5 Аспалы панельдерді жинақтауда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

6 Кірпішті және тасқұймалы ғимараттарды салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

7 Өнекәсіп ғимараттарын салуда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар;

8 Металды құрылымдарды жинақтауда жүргізілетін геодезиялық жұмыстар.

4.6 Ғимараттар мен құрылыстардың құрылымының шөгуін және жылжуын бақылау туралы мәліметтер

4.6.1 Инженерлік құрылыстың деформациясының түрлері және олардың пайда болу себептері;

4.6.2 Деформацияны бақылауды ұйымдастыру және оның міндеттері;

4.6.3 Деформацияны бақылау өлшемдерінің дәлдігі және оны жүргізу мерзімі;

4.6.4 Деформацияны бақылау үшін қойылатын геодезиялық белгілер, оларды орналастыру және бақылау;

4.6.5 Сынақтық сұрақтар.

4.6.1 Инженерлік құрылыстың деформациясының түрлері және олардың пайда болу себептері;

Құрылыс құрылымдарының ерекшеліктеріне, табиғаттық жағдайларға және адамдардың қызыметтік әрекеттеріне байланысты ғимараттар мен имараттардың тұтас немесе жеке элементтері әртүрлі деформацияларға ұшырайды.

Қарапайым тілмен айтқанда, «деформация» бақыланатын объектің пішінінің өзгеруі. Геодезиялық практикада деформацияны объектің бастапқы қалыппен салыстырғандағы өзгеруін қарастырады.

Ұймараттардың тұрақты массаларының әсерінен, іргетастардың табанындағы топырақтар тығыздалынады. Тығыздалу әсерінен биіктік бағытта жылжу немесе *шөгу* болады. Ұймараттардың шөгуіне тұрақты массалардан басқа, карсты және сырғымалар құбылыстары, жер асты суларының өзгеруі, ауыр механизмдердің жұмыс істеуі, көліктердің жүруі, жер сілкіну құбылыстары және т.б. себептер де әсер етеді.

Егерде іргетастар астындағы топырақтардың қысылуы немесе топыраққа әсер ететін күштердің шамалары біркелкі болмаса, шөгу де бірқалыпты болмайды. Бұл жағдай горизонтальды бағытта жылжу, ысырылу, қиғаштану, иілу деформацияларына әкеліп соғады. Бұл деформациялар жарықшақпен немесе тіпті жарылыммен де көрінеді.

Горизонтальды бағытта имараттардың жылжуы сулардың, желдердің және т.б. құбылыстардың топырақтың бүйір жақ бетіне тигізген әсерінен болады.

Мұнаралы типті имараттар (түтін құбыры, телевизия мұнаралары т.б.) күннің қызуының және желдің қысымының бір қалыпты еместігінен *бұралу және иілу* сынағында болады.

Деформацияны зерттеу үшін, имараттардың ерекше орындарына нүктелер белгіленеді және олардың белгіленген уақыт аралықтарындағы кеңістіктегі өзгерістерін анықтайды. Мұнда, белгіленген орынды және уақытты бастапқы көрсеткіштер ретінде алады.

Бөлек жерде орналасқан бастапқы әзірленген жылжымайтын реперімен $H_{баст.}$ оқтын-оқтын салыстырыла отырып, имараттардың белгіленген нүктелерінің абсолюттік және толық шөгу биіктіктері S анықталынады.

$$S = H_{өлш.} - H_{баст} \quad (4.6.1)$$

мұнда, $H_{өлш.}$ - өлшенген биіктік.

Шөгудің бір қалыпты еместігі кезкелген екі нүктенің шөгіну биіктіктерінің айырмашылығымен анықтауға болады, яғни

$$\Delta S_{1,2} = S_2 - S_1 \quad (4.6.2)$$

Имараттардың *кренин немесе еңістігін* қарсы екі жақ шеттегі нүктелердің немесе алынған остер бойлары бөлшектерінің бір-бірінен шөгу айырмашылықтарымен анықтайды. Бойлық ось бағытындағы еңістікті *құлама үйінді* дейді, ал көлденең ось бағытындағыны *қиғаштану* дейді.

Имараттардың бөлек нүктелердің горизонтальды жылжуы q өлшенген уақыттағы координаталар $x_{өлш.}$, $y_{өлш.}$ және бастапқы координаталар $x_{бас.}$, $y_{бас.}$ айырмашылықтары мен сипатталынады. Координаталар остерінің орындары имараттардың негізгі бас остерімен тура келеді. Жылжуды мына формуламен анықтайды:

$$q_x = x_{өлш.} - x_{бас.}; \quad q_y = y_{өлш.} - y_{бас.} \quad (4.6.3)$$

Мұнаралы типтегі имараттардың биіктік остерінің бұралуы зертелетін горизонтальдық қима ортасы арқылы өтетін радиустың белгіленген нүктесінің өзгеруі арқылы анықталынады.

Деформация көрсеткішінің зертеу аралық уақытындағы өзгерісі *орташа жылдамдықпен* сипатталады. Мысалы, екі циклдер арасындағы t уақыттағы шөгудің орташа жылдамдығы v , i және J өлшемдері:

$$v_{орт.} = (S_J - S_i) / t \quad (4.6.4)$$

Орташа жылдамдық орташаайлық және орташажылдық болып бөлінеді.

4.6.2 Деформацияны бақылауды ұйымдастыру және оның міндеттері;

Имараттардың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін, бақылау жұмыстары жүргізіледі. Бақылаудың негізгі мақсаты: деформацияның мөлшерін анықтау; имараттардың тұрақтылығын бағалау; уақытында сақтандыру (профилактикалық) шарасын қолдану болып табылады. Бұлардан басқа бақылау нәтижесінде жобаның дұрыс есептелгендігі және деформация процессін болжауға рұқсат ету заңдылығы айқындалады.

Имараттардың деформациясын бақылау,- өлшеу және деформацияның пайда болу себептерін анықтау шаралары жайында жазылған кешен болып табылады. Қиын және жауапты имараттарды бақылау жобалаумен бірге басталады, ол үшін болашақ құрылыс алаңында табиғат факторларының әсері зертелініп, ертерек тұрақтылығын анықтау үшін тірек белгілер жүйелерін салады.

Тікелей имараттарды бақылау құрылысты салудан бастап, аяқталуына дейін жүргізіледі. Көптеген ірі имараттарды бақылау жұмысы оларды пайдалану кездерінде де жүргізіледі. Имараттардың ерекшеліктеріне, табиғат жағдайына байланысты бақылау жұмысы деформация біткеннен кейін тоқталуы немесе пайдалану кезеңі біткенге дейін жүргізілуі мүмкін.

Әрбір құрылысты салу немесе пайдалану кезеңдерінде деформацияны бақылау белгілі аралық уақыт арқылы жүргізіліп отырады. Осындай календарлық план арқылы жүргізіліп отыратын деформацияны бақылауды – *жүйелі бақылау* дейді. Деформацияның жағдайын шұғыл өзгертуге әсер (құрылыс табандарына түсетін күштердің, қоршаған ортаның және имараттың өзінің, жер асты суларының, жер сілкінуінің және т.б. өзгеруі) ететін жағдайларда жедел бақылау шаралары ұйымдастырылады.

Деформацияны өлшеумен қатар олардың пайда болу себептерін анықтау үшін, топырақтың (грунтың) жағдайының өзгеруі және оның температурасы

және жер асты суларының, имараттың тәндерінің температурасын, ауа райы т.б. өзгеруін анықтайтын арнаулы бақылаулар ұйымдастырылады. Құрылыс жүктемесінің және қойылған технологиялық жабдықтардың өзгеруі есепке алынып отырады.

4.6.3 Деформацияны бақылау өлшемдердің дәлдігі және оны жүргізу мерзімі

Өлшеу әдістері мен қолданылатын құралдар, жұмысқа жіберілетін қаражаттар, алынған нәтижелердің нақтылығы, деформацияны бақылаудың дәлдігі және оны жүргізу мерзімін дұрыс таңдалуына байланысты болады. Деформацияны бақылаудың дәлдігі және оны жүргізу мерзімі техникалық тапсырмаларда немесе нормативтік құжаттарда көрсетілінеді. Бұл талаптар ерекше оқиғаларда арнаулы есептеу арқылы алынады.

Нормативтік құжаттарда шөгу және горизонталдық жылжу орташа квадраттық қателермен сипатталынады:

1 мм- тасты немесе жартылай тасты топырақты жерлерге салынған ғимараттар мен имараттарға;

3 мм- құмды, балшықты және сығылатын топырақты жерлерге салынған ғимараттар мен имараттарға;

10 мм- үйілген, шөкпе және басқадай өте көп сығылатын топырақты жерлерге салынған ғимараттар мен имараттарға;

15 мм- жер имараттарына.

Сырғымалы жерлерде шөгудің орташа квадраттық қателігі- 30 мм, горизонтальдық жылжудың орташа квадраттық қателігі- 10 мм.

Түтін құбырларының, мачталардың, биік мұнаралардың т.б. кренін өлшеу дәлдігі олардың биіктіктеріне (Н) байланысты $0,0005H$ -пен сипатталынады.

Өлшеу циклдерін жүргізу араларының мерзімі имараттардың түріне, олардың жұмыс істеу мерзіміне, деформацияның өзгеру жылдамдығына және т.б. факторларға байланысты болады. Құрылыс салу кезеңдерінде жүйелі

бақылау кварталына (үш айда) 1-2 рет, ал пайдалану кезеңдерінде жылына 1-2 рет жүргізіледі. Жедел бақылау деформацияның шұғыл өзгеруіне байланысты жүргізіледі.

4.6.4 Деформацияны бақылау үшін қойылатын геодезиялық белгілер, оларды орналастыру және бақылау

Деформацияны бақылауды ұйымдастыруда геодезиялық белгілердің маңызы зор. Белгілердің құрылымдары, орнататын орындары дұрыс таңдаланып алынса, бақылаудың сапасы жоғары болады. Бақылауға қолданылатын геодезиялық белгілер тағайындалуына қарай *тірек*, *қосымша*, *деформациялық* болып бөлінеді. Сонымен қатар белгілер пландық және биіктік болып бөлінеді.

Тірек белгілер деформациялық жылжуды анықтауға арналған негізгі белгілер болып табылады және олар арқылы деформацияның таңбаларын анықтайды.

Қосымша белгілер тірек белгілерден деформацияның координаталарын анықтауда жүргізілетін өлшеу жұмыстарында олардың арасында қойылатын байланыстырушы белгі.

Деформациялық белгі бақыланатын имараттарға бекітіледі, сондықтан имараттармен бірге жылжи отырып олардың деформациялық өзгерістерін сипаттайды.

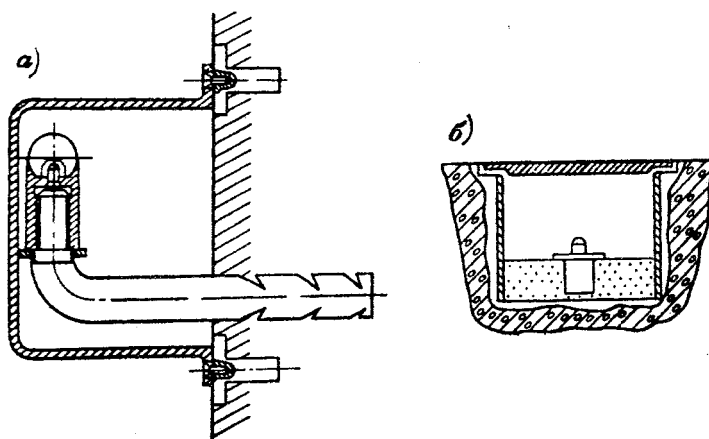
Пландық және биіктік тірек белгілерін бекітуге көпнесе диаметрлері 100...300 мм темір құбырлар қолданылады. Олар жер бетінен 1 м төмен орнатылып бетонмен бекітіледі. Бекітілген құбырдың үстіне белгі орнатылады. Сонымен қатар температураның өзгеруін есепке алу үшін екі түрлі металдан жасалған құбырлар қолданылады. Мысалы, болат және дюралюминий, мұндай репер белгілерін биметалды деп аталынады.

Өндірістік және азаматтық ғимараттардың деформациясын анықтау үшін қадалық тірек белгілер және көлденең қималары 180-250 мм болатын реперлер қолданылады.

Тірек белгілер орнықты және көп жылдар сақталынатын жерлерге орнатылады.

Деформациялық белгілердің бақыланатын объектің өзіне бекітілінеді, сондықтан олар көзделу нысанасы болып табылады. Шөгу реперлерінің көбісінің басы нивелирлік рейканы қоюға немесе ілуге ыңғайлы сфералық пішінді болады (сурет 4.41).

Деформациялық белгілерді орналастыру бақылау жұмысының мақсатына қарай әртүрлі болады. Мысалы, өндірістік және азаматтық ғимараттардың горизонтальды жылжу деформациясын анықтау үшін, олардың периметріне бұрыштарынан немесе шөгу жіктерінің екі жағынан 15-20 м кем емес арақашықтықта орналастырылады, ал биіктік реперлері шөгу жіктерінің екі жағынан 10-15 м жерлерге, ұстындарға (колонна), ұзын және көлденең қабырғалардың жіктеріне орналастырылады.



а- қабырғада, б- еденде

Сурет 4.41- Шөгу репері

Имараттардың шөгуін бақылау геометриялық және тригонометриялық нивелирлеумен жүргізіледі.

Имараттардың және олардың бөлшектерінің горизонтальды жылжуын ұзындық – бұрышты, тұстамалы және стереофотограмметриялық әртүрлі тәсілдермен өлшеніледі.

4.6.5 Сынақтық сұрақтар

- 1 Инженерлік құрылыстың деформациясының қандай түрлерін және олардың неден пайда болу себептерін білесіз?
- 2 Деформацияны бақылау қалай ұйымдастырылады және олардың атқаратын міндеттері?
- 3 Деформацияны бақылау өлшемдерінің дәлдігіне қандай талаптар қойылады?
- 4 Деформацияны бақылау үшін қандай геодезиялық белгілер қойылады?
- 5 Имараттардың шөгуі қандай әдіспен анықталады?
- 6 Имараттардың горизонтальдық жылжуы қандай әдістермен орындалынады?

Әдебиеттер тізімі

- 1 Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. М., Высшая школа, 2001.
- 2 Нұрпейсова М.Б. Геодезия. Республикалық баспа кабинеті, Алматы, 1991
- 3 Булгаков Н.П., Рябина Е.М., Федотов Г.А. Прикладная геодезия М., Недра, 1990.
- 4 Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей, М., Недра, 1990.
- 5 Борщ-Компаниец В.И. Геодезия. Маркшейдерское дело М., Недра, 1989.
- 6 Практикум по инженерной геодезии /Под редакцией профессора, доктора технических наук Новак В.Е./ М., Недра 1987.
- 7 Багратуни Г.В., Ганышин Б.Б., Данилевич Б.Б., и др. Инженерная геодезия. М., «Недра» 1984.
- 8 Омашев О.О. Инженерная геодезия . Курс лекций и методические указания к лабораторно-практическим занятиям. Екибастуз 2004.
- 9 Омашев О.О. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ по дисциплине: «Инженерная геодезия» Экибастуз 2004.
- 10 Родионов В.И. Волков В.Н. Задачник по геодезии М., Недра 1988.
- 11 Қазақша –орысша, орысша –қазақша терминологиялық сөздік. Геология, геодезия және география. Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Мемлекеттік терминология комиссиясы бекіткен. Мемлекеттік «Рауан» баспасы, Алматы, 2000.
- 12 Қазақша –орысша, орысша –қазақша терминологиялық сөздік. Сәулет және құрылыс. Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Мемлекеттік терминология комиссиясы бекіткен. Мемлекеттік «Рауан» баспасы, Алматы, 2000.
- 13 Орысша- қазақша сөздік, русско- казахский словарь. Том 1 и том 2 . Главная редакция Казахской Советской энциклопедии, Алма-Ата, 1981.

