

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

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

Т.Д. ДЖУЛАМАНОВ

Г Е О Д Е З И Я

Оқулық

Алматы 2009

ЖОК 622.1(07).

ББК 33.1 я 7

Ж Т.Д. Джуламанов. Геодезия: Оқулық. – Алматы:
ҚазҰТУ, 2009.

216 бет.

ISBN

Оқулықта “Геодезия I” пәнінен жалпы курс бойынша құрылыс кездеріндегі топо-геодезиялық жұмыстардың барлығы дерлік қамтылған.

Оқулық мамандықтың квалификациялық талаптарына сай, Мемлекеттік стандарттар, педагогика-психологиялық тәжірибелік сабақтарды ұйымдастыру және өткізу негіздеріне сүйене отырып құрастырылған.

Бұл оқулық студенттердің өздігінен жұмыс істеу қабілетін арттыруға, мамандықты пәрменді игеруге, оқу-мақсатының деңгейін тереңдетуге, теория дәрістерінен алған білімін іс жүзінде орындап машықтануға талпындырады.

Оқулық «құрылыс” мамандықтарының Геодезия пәнінен күндізгі, сырттай оқу бөлімдерінің және колледждердің студенттеріне арналған, сонымен бірге тау-кен істері, мұнай және газ мамандарының толық пайдалануына болады.

Сурет-107. Кесте-14. Әдебиет тізімі – 13 атау.

ББК 33.1 я 7

Пікір жазған: *Ж.Т.Сейфуллин* – техн.ғыл.докторы.,
профессор.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
2009 жылғы жоспары бойынша басылды

© ҚазҰТУ, 2009

ISBN

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ.....	3
1. Пәннің мақсаты, тарихы, міндеттері және оның тау-кен инженері қызметінде алатын орны.....	5
2. Жердің негізгі сызықтары, жазықтықтары.....	8
2.1 Жер беті туралы жалпы түсінік (геоид, эллипсоид, шар)	8
2.2. Гаусс проекциясы туралы түсінік.....	9
3. Геодезиядағы координаталар жүйесі.....	11
3.1. Географиялық координаталар.....	11
3.2. Тік бұрышты жазық координаталар жүйесі.....	13
4. Геодезиялық тірек торлары.....	14
4.1. Геодезиялық торларды құру туралы қысқаша мәліметтер.....	14
4.2. Мемлекеттік геодезиялық жиілету және түсіру торлары.....	15
4.3. Мемлекеттік геодезиялық биіктік жүйесі	16
4.4. Геодезиялық қосындар центрінің (ортасының) құрлысы және оларды бекіту.....	18
5. Топографиялық карталар мен пландардың номенклатурасы және олардың графикалық бөліктері	20
6. Бағыт бағдарлау.....	26
7. Карта және план. Жердің профилі.....	32
8. Масштабтар.....	33
8.1. Масштабтар бойынша тапсырма мысалдар.....	37
9. Топографиялық карта және план арқылы инженерлік есептерді шығару.....	39
9.1. Топографиялық карталардан, пландардан кез келген нүктенің координаталарын анықтау.....	39
9.2. Топографиялық карта мен планнан нүктенің биіктік шамасын анықтау.....	40
9.3. Құлдиламаның бағытын және шамасын анықтау.....	40
9.4. Кесіндінің көлбеулігін анықтау.....	41
9.5. Жазық ара қашықтықты анықтау.....	41

9.6. Горизонтальдар арқылы берілген бағыттың профилін салу.....	41
9.7. Берілген көлбеулікте кесіндіні салу.....	42
9.8. Топографиялық планнан алаң аумағын анықтау.....	43
9.9. Тік жазықтықта тегістеу жүргізу кезіндегі есептер	45
9.9.1. Профиль үстіне жобалық сызықты құру және оның есептеулері.....	45
9.9.2. Жазық және көлбеу алаңдарды жобалау.....	47
9.9.3. Горизонтальдар арқылы жер бетін тегістеу.....	50
9.10. Жобалық берілімдерді жер бетіне түсірудің (көшіру) дайындық жұмыстары.....	52
9.10.1. Полярлық координаталар әдісі.....	52
9.10.2. Тік координаталар әдісі.....	53
9.11. Жобаны жер бетіне түсіру әдістері.....	53
9.11.1. Жер бетінде берілген шамада бұрыштық өлшемді құру.....	54
9.11.2. Жер бетіне берілген кесіндіні салу.....	55
9.12. Жер бетіне берілген биіктікті және көлбеулікті түсіру.....	57
9.12.1. Берілген биіктікті жер бетіне ауыстыру.....	57
9.12.2. Берілген көлбеулікті жер бетіне түсіру.....	58
9.13. Ғимараттар мен құрылыстардың жобадағы осьтерін жер бетіне түсіру және оларды бекіту.....	59
9.13.1. Полярлық координаталар әдісі.....	60
9.13.2. Тік бұрышты координаталар әдісі.....	61
9.13.3. Түзу бұрыштық бақылау әдісі.....	62
9.13.4. Сызықтық қиылыстыру әдісі.....	63
9.13.5. Ұзынабойлық қиылыстыру әдісі.....	64
9.13.6. Жер бетінде ғимараттар мен құрылыстардың осьтерін бекіту.....	65
10. Теодолиттік түсіріс.....	67
10.1. Теодолиттік түсірістің мәні, жұмыс тәртібі, тірек қосындарына байланыстыру.....	67
10.2. Теодолиттің тексерулері және түзетулері.....	69
10.3. Жазық бұрыштарды теодолитпен өлшеу әдістері	77
10.4. Жер бетіндегі нысандарды түсіру.....	80

10.5. Жер бетіндегі ұзындықтарды өлшеу.....	83
10.6. Тура және кері геодезиялық есептер	85
10.7. Теодолиттік түсірістің нәтижелерін өңдеу.....	87
10.7.1. Координаталарды есептеу журналы	87
10.7.2. Тұйықталған теодолиттік жүрістің бұрыштарын теңдеу	88
10.7.3. Тұйықталған теодолиттік жүрістің дирекциондық бұрыштарын есептеу	89
10.7.4. Румбарды есептеу	91
10.7.5. Полигонның периметрін анықтау	91
10.7.6. Тік бұрышты координаталардың өсімшелерін есептеу	91
10.7.7. Координаталар өсімшелерінің сызықтық қиылыспаушылығын анықтау және оларды теңдеу.....	92
10.7.8.Тұйықталған теодолиттік жүрістің координаталарын есептеу.....	94
10.8. Теодолиттік түсірістің планын салу және құру.....	94
11. Нивелирлеу.....	98
11.1. Нивелирлеуде атқарылатын істер және оның түрлері.....	98
11.2. Геометриялық нивелирлеу	101
11.3. Нивелир аспабының құрылысы және түрлері.....	103
11.4. Нивелирлік рейкалар.....	110
11.5. Нивелирді тексеру және түзету.....	112
11.6. Көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін нивелир аспаптарын тексеру және түзету.....	116
11.7. Техникалық нивелирлеу кезіндегі түз жұмыстары.....	117
11.8. Техникалық нивелирлеу жұмысының нәтижесін өңдеу.....	127
11.9. Ұзынабойлық және көлденең профильді салу.....	130
11.10. Жер бетін нивелирлеу (шаршылар арқылы нивелирлеу).....	135
12. Тригонометриялық нивелирлеу.....	142
13. Тахеометриялық түсіріс.....	146
13.1. Тахеометриялық түсірістің мәні.....	146
13.2. Тахеометриялық жүрістерді дамыту.....	147

13.3. Жер бедері мен құрылымдарды түсіру.....	151
13.4. Тахеометриялық түсіріс нәтижесін өңдеу және топографиялық планын салу.....	156
13.5. Тахеометр түрлері.....	159
14. Төменгі дәлдікті түсірістер.....	169
14.1. Экермен және өлшегіш таспамен түсіру.....	170
14.2. Буссольдық түсіріс.....	171
14.3. Көз мөлшерлік түсіріс.....	172
15. Құрылыстағы инженерлік ізденіс жұмыстары.....	177
15.1 Инженерлік ізденіс жұмыстарының түрлері, атқаратын істері және бағдарламасы.....	177
15.2. Қадалау жұмыстарының жобалық құжаттары.....	179
15.3. Құрылыс салу кезіндегі негізгі қадалау (бөлу) жұмыстары.....	180
15.4. Жобалық биіктіктерді, сызықтарды және көлбеулік жазықтықтарын жер бетіне түсіру.....	184
15.5. Қадалау жұмыстарының әдістері.....	188
15.5.1. Құрылыс орындарын қадалау кезіндегі орын алатын кателер көздері, дәлдігі және жою жолдары.....	188
15.6. Жалпы қадалау жұмыстарының технологиясы.....	191
15.6.1. Жобаны геодезиялық іске дайындау.....	191
15.6.2. Негізгі қадалау жұмыстары.....	193
15.6.3. Ғимараттардың остерін бекіту.....	199
16. Құрылыстағы атқарылған жұмыстарды түсіру. Біткен құрылыстың бас планын (генпланды) құрастыру.....	202
17. Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру және атқарудағы техника қауіпсіздігі.....	205
17.1. Құрылыс салудағы геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру.....	205
17.2. Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды атқарудағы техника қауіпсіздігі.....	207
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	212
МАЗМҰНЫ.....	213

АЛҒЫ СӨЗ

Геодезия Жердің физикалық бетін, пішінін, кеңістікте орналасу және оның үстінде орналасқан табиғи нысандарды (бедерін, гидрографиясын, өсімдіктерін т.б.с.с.) және әлеуметтік-экономикалық адамдардың қатысуымен жасалған жергілікті аймақтың элементтерін (елді мекендерді, өндірістік және ауылшаруашылық нысандарын және т.б.) зерттейді.

Жер бетіндегі геодезиялық әдістер мен өлшемдер арнаулы аспаптар арқылы зерттеледі. Осы өлшемдердің нәтижесі математикалық және графикалық өңдеуден кейін карталар мен пландар түрінде беріледі. Керек болған жағдайда өлшемдер нәтижелерін, анықталған нүктелердің координаталарын, кесінділердің ұзындықтарын және осы кесінділер арасындағы бұрыштарды сан түрінде бейнелейді.

Геодезияның негізгі бағыттары: жердің пішінін және өлшемдерін анықтау, құрылықтардың жылжуын, мұхиттар мен теңіздердің деңгей айырмашылықтарын өлшеу, сонымен бірге космосқа байланысты бірнеше салалар.

Геодезияның қолданбалы бағыттары жобалаумен, ізденіс жұмыстарымен, құрылыс салу және әр түрлі инженерлік құрылыстарды пайдаланумен, оның ішінде тау-кен мекемелеріндегі геодезиялық жұмыстармен (шахта, кеніш, карьер ж.т.с.с.), сонымен бірге мұнай-газ байлықтарын барлаумен, салумен, игерумен байланысты.

Оқулық Жоғарғы оқу орындарының геодезия курсы бойынша құрылыс және мұнай-газ мамандықтарының типтік оқу бағдарламасы негізінде құрастырылған. Оқу құралының мақсаты – студенттердің жүйелі білім алып, жаттығып, өз беттерімен барлық топографиялық комплексті түсірістерді жасай алатын маман болып шығуын қамтамасыз ету.

Маманның квалификациялық кәсіби сипаттамасына және талаптарына сай, қазіргі заманның құрылысшылары және мұнайшыларын білімді, іс жүзінде геодезиялық жұмыстарды атқара алатын инженер етіп дайындау.

Бұл оқулық құрылыс өндірісін геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз етуде студенттерді далада атқарылатын

топогеодезиялық және есептеу-графикалық жұмыстарды өз бетінше жасай беретін деңгейге көтеруге септігін тигізеді.

Студенттер оқу бағдарламасы бойынша бақылау, лабораториялық және тәжірибелік жұмыстарды оқулықтағы берілген ретпен орындауы керек. Әр жұмысты жасағаннан кейін, түсініктеме жазбамен бірге есептеу-графикалық жұмыстарын қоса тапсырып, тексеру сұрақтарына осы оқулықпен дайын-далулары керек.

Оқулықты құрастыру кезінде Қазақстан Республикасының экономикалық және әлеуметтік дамуы бағдарламасындағы сапалы мамандарды дайындаудың өскелең талаптары, алға қойылған мақсат ретінде қаралған.

1. ПӘННІҢ МАҚСАТЫ, МІНДЕТІ, ДАМУ ТАРИХЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫС ИНЖЕНЕРІ ҚЫЗМЕТІНДЕ АЛАТЫН ОРНЫ

Геодезия деп – Жер пішіні мен өлшемдерін анықтау әдістерін, оның бетіндегі өзгерістер мен құбылыстарды карталар мен планға түсіру мақсатында атқарылатын жұмыстарды, сонымен бірге әртүрлі инженерлік істерді шешетін ғылымды айтады.

Қазіргі кезде бұл бағытта шешілетін ғылыми және іс жүзіндегі жұмыстардың ауқымының кеңдігіне байланысты, геодезия бірнеше салаға бөлінген.

Топография кіші аумақты жер көлемін карта мен планға кескіндеу мақсатында, оның әдістерімен, түсірумен шұғылданады.

Картография барлық Жер бетінің біршама үлкен аумағын, әр түрлі бағыттағы карталар түрлерін құрастырумен, сонымен бірге олардың жаңа технологиясын, өндірісін және көбейтілуін зерттейді.

Жоғарғы геодезия Жердің пішінін, өлшемдерін анықтау әдістерімен, жер қыртысының ойысуларын, өзгерулерін, сонымен бірге керекті нүктелердің координаталарын жоғарғы дәлдікпен анықтаумен шұғылданады.

Космостық геодезия жасанды Жер серіктерінен, басқарылмалы орбиталық станциялардан, планетааралық кемелерінен бақылау нәтижелерін қолдана отырып, әр түрлі геодезиялық жұмыстарды шешумен шұғылданады. Айдың бетін және планеталарды зерттеумен арнаулы бөлімдер - *селенодезия*, *планетодезия* шұғылданады.

Теңіз геодезиясы картографиялау және табиғи құрылымдармен шұғылдану мақсатында мұхит, теңіз қойнауында атқарылатын өлшемдер жүргізумен және оның арнаулы әдістерін құрастырумен айналысады.

Фототопография топографиялық пландар мен карталарды құрастыруда жер бетінен, ауа кеңістігінен және космостан алынған фототүсірістердің нәтижелерін пайдалану әдістерімен шұғылданады.

Қолданбалы геодезия көп қырлы сала, ол ізденіс, жобалау, салу және әр түрлі инженерлік құрылыстарды пайдалану кездерінде, арнаулы геодезиялық жұмыстарды жүргізу әдістерімен шұғылданады. Геодезиялық өлшемдер әр түрлі арнаулы аспаптармен атқарылады, сондықтан олардың теориясына, құрылыстарына, түзетулеріне және тексерулеріне көп көңіл бөлінеді.

Геодезияның басқа пәндермен байланысы. Геодезиялық өлшемдер нәтижелеріне есептеулер жүргізу – жауапты жұмыстардың бірі, сондықтан олардың нәтижелерін қазіргі заманғы есептегіш машиналармен математикалық өңдеуден өткізу, олардың теориясымен, орындау әдістерін құрастырумен шұғылдануға тура келеді.

Геодезия өзінің даму кезеңдерінде қазіргі заманғы бірнеше ғылымдарға сүйенеді, ең бірінші математика, физика, астрономия. Соңғы шыққан геодезиялық аспаптар радиоэлектроника, автоматика және телемеханика негіздеріне ден қоя құрастырылған.

Геодезияның даму тарихы. Геодезия сөзі грек тілінен аударғанда “жерді бөлу” деген мағына береді. Қазіргі заманда бұл сөздің аудармасы біздің геодезия туралы түсінігімізге дәл келмейді, тек қана оның тарихи даму мағынасын ғана береді. Геодезия сөзінің қазіргі мағынасы өте кең, ауқымды, оның негізінде бірнеше ғылым салалары мен техникалары қалыптасқан.

Геодезия ежелгі ғылымдардың бірі. Оның әдістері жерді бөлу кезінде және жер иеліктерінің арасындағы шекаралық қатынастарды реттеуде қолданылған.

Біздің жыл санауымызға дейін мыңдаған жыл бұрын, ірі құрылыстар-сарайлар, храмдар, қабір үстіндегі құрылыстар, тоғандар, Ежелгі Шығыстағы су құбырлары салынған. Бұл құрылыстарды жер бетінде, тек қана жетілдірілген өлшеу әдістерін білгенде ғана іске асыруға болатын еді. Ежелгі Қытайда және Индияда біздің эрамызға дейін бүкіл аймақты қамтамасыз ететін суармалы жүйе және ретке келтірілген құрылысты қалалар болған, мұның бәрі ерте заманнан жер

бетінде өлшемдер жүргізудің жоғарғы деңгейде болғанын көрсетеді.

Еліміздегі геодезиялық қызметті ұйымдастырудың түрлері.
Негізгі жалпы мемлекеттік топографо-геодезиялық және картографиялық жұмыстарды ТМД елдерінде «ГУГК» (Геодезия және картографияның Бас басқармасы) басқарады. ГУГК жүйесінде территориялық мекемелер, картографиялық фабрикалар, маркшейдерлік трестер, инженерлік-геодезиялық ізденіс институттары, ғылыми-ізденіс мекемелері және арнаулы оқу орындары бар. Сонымен бірге ГУГК-та Мемлекеттік геодезиялық бақылау басқармасы және оның басқаруындағы территориялық инспекциясы бар, олар топографо-геодезиялық жұмыстардың атқарылуын тексеріп отырады.

Ал Қазақстанда геодезиялық құрылымдарға келетін болсақ, ол министрлер кабинетінің жанындағы Жер комитетінің геодезиялық басқармасының құзырындағы геодезиялық мекемелер мен аз коллективті топтар.

Қазақстандағы геодезия мамандарын дайындау тарихы Семей топографо-фиялық техникумынан бастау алады. Осы бағыттағы мамандар дайындайтын елімізде бірнеше арнаулы орташа білім ошақтары мен жоғары оқу орындары бар. Мысалы, Қазақ ұлттық техникалық университеті «Геодезия және картография», «Аэрофотогеодезия», «Маркшейдерлік іс» негізінде, осы бағытта маман-инженерлерді дайындайды, сонымен бірге Мемлекеттік инженерлік құрылыс және сәулет академиясы, Ақмола инженерлік құрылыс академиясы Инженер-геодезист мамандарын дайындайды.

2. ЖЕРДІҢ НЕГІЗГІ СЫЗЫҚТАРЫ, ЖАЗЫҚТЫҚТАРЫ

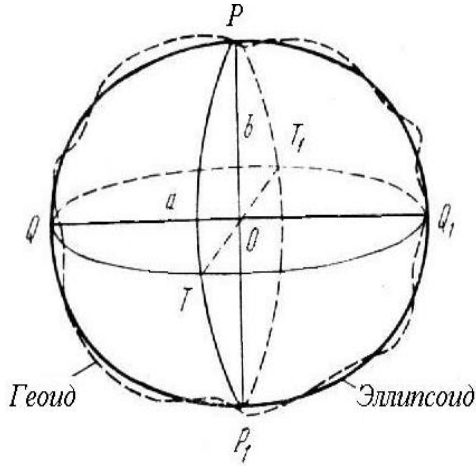
2.1. Жер туралы жалпы түсінік (геоид, эллипсоид, шар)

Жер-полюстеріне қарай аздап қысыңқы шар пішінді дене. Әр түрлі ғылым мен техниканың салаларының сұранысы негізінде, оның пішіні мен өлшемдерін білу өте қажет. Бұл берілімдермен теңізшілер, авиацияда, жасанды Жер серіктерін және космостық аппараттарды ұшырғанда, пайдалы қазбаларды іздеу және барлауда, ірі құрылыс жұмыстарын салғанда, жер қойнауын және қоршаған ортаны қорғау шараларын т.б. жүзеге асырғанда пайдаланады. Жердің өлшемдерін, пішінін білу астрономияда, геофизикада, геологияда, географияда және басқа да ғылымдарда керек ұғым.

Жердің физикалық бетінің жалпы аумағы 510 шқ^2 оның шамамен -71% Әлемдік мұхит, 29% құрлық алып жатыр. Құрлықтар үстінде таулар, ойпаттар, қыраттар, ойлар, тегіс аймақтардан тұратын жер бедері құрылған. Құрлықтың мұхит деңгейінен орташа биіктігі 875 м , ал Әлем мұхитының тереңдігінің орташа шамасы 3800 м құрайды. Сонымен құрлық беті, бүкіл Жер бетімен салыстырып қарағанда онша биік емес жалпақ тау іспеттес.

Осы берілімдер негізінде Жер пішіні ретінде тыныш, бұрқанбаған, жағаға немесе кейін ұрған толқынсыз Әлемдік мұхит беті қабылданған. Мұндай тұйық бетті - *деңгейлік бет*, ал осы бетпен шектелген денені *геоид* дейді. Деңгейлік беттің бірнеше қасиеттері бар: сыртқа шығыңқы және барлық жері жазық, яғни өзінің әр нүктесінде ауырлық түсу сызығына (тіктеуіш сызығына) перпендикуляр.

Жер қойнауының барлық тұсында салмағының тең бөлінбегендігінен, оның әр нүктесінің салмақ күшінің бағыты бір орталықта қиылыспайды. Сондықтан геоидтың пішіні өте күрделі, оны математикалық жолмен өрнектеу қиынға соғады (1-сурет). Геодезияда геоидтың пішінінің орнына, соған ұқсас эллипстің кіші осі (полярлық осі) PP_1 бойында айналуынан алынған *айналым эллипсоиды (сфероид)* қабылданған.



1-сурет

2.2. Гаусс проекциясы туралы түсінік

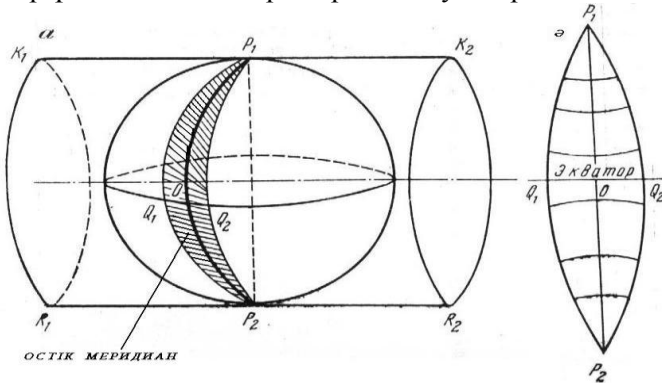
Жердің деңгейлік беті қисық (дөнес) болғандықтан, оның көп бөлігін жазықтықта өзгеріссіз кескіндеу мүмкін емес, осы себепті бірнеше картографиялық проекциялар қолданылады. ТМД елдерінде 1928 жылы қабылданған, К.Ф.Гаусс ұсынған арнаулы проекция енгізілген.

Бұл проекцияның мағынасы мынада: Жердің деңгейлік беті 60 бөлек аумақтарға бөлінген, әрқайсысы екі меридианмен шектелген, олардың ендігінің шамасы 6 градустан. Бұл бөліктерді *зона* деп атайды. Әр зонаның ортаңғы меридианы *остік меридиан* деп аталады.

Жер шарының цилиндр ішіне орналасқанын көзге елестетіп көрейік, цилиндрдің осі экватор жазықтығында жатыр, ал цилиндр жазықтығы жер шарының бетін остік меридиан P_1P_2 арқылы жанай өтеді (2а-сурет). Осы зона арнаулы түрде цилиндр бетінде сәулеленген. Әрі қарай цилиндрді K_1K_2 және R_1R_2 құрастырушы сызықтарынан қиып, жазғанда жазықтыққа айналған. Сонда зонаның жазық кескіні пайда болады, оның үстінде остік меридиан $P_1Q_1P_2$ және экватор Q_1OQ_2 бір-бірімен

перпендикуляр сызық құрайды. Зонаның шектеуші меридиандары $P_1Q_1P_2$ және $P_1Q_2P_2$ параллельдер сияқты қисық сызықтармен кескінделеді (2ә-сурет).

Проекциялау әдістерін таңдағанда қоятын шарттары бар, ол-кіші ай-мақтарды цилиндрге кескіндегенде, олардың шамасы Жер бетіндегі шамасына тең (ұқсас) болуы керек. Яғни бір-біріне сай екі бағыттың арасындағы бұрыштың проекциядағы және шар үстіндегі шамалары бірдей болуы керек.



2-сурет. а-цилиндр бетіне проекциялау;
ә-зонаның кескіні

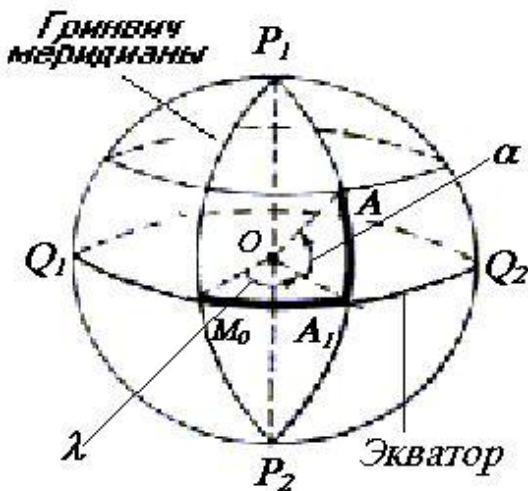
Картографияда мұндай проекцияны *тең бұрышты проекция* деп атайды. Сондықтан Гаусс проекциясын *көлденең-цилиндрлік тең бұрышты проекция* дейді. Сонымен бірге Гаусс проекциясында кесінді ұзындықтары дәл берілмейді, оның үстіне бұл дәлсіздік шамасы зонаның шетінде осьтік меридианнан мейлінше көп ұзаған кезде ең үлкен шамасына жетеді. Бірақ, есептеулер нәтижесінде, ең көп ауытқу шамасы графикалық құру кателерінен аспайды да, 1:10 000 масштабтағы карталарды құру талаптарын қанағаттандырады. Ірі масштабтардағы (1:5000 және одан ірі) карталарды құру кезінде үш градустық зоналарды пайдаланады, олардағы ауытқу шамалары өте аз және ондағы атқарылатын дәлдік талаптарын қанағаттандырады.

3. ГЕОДЕЗИЯДАҒЫ КООРДИНАТАЛАР ЖҮЙЕСІ

3.1 Географиялық координаталар

Жер бетіндегі нүктелердің орналасулары олардың *координаталары* арқылы анықталады. Берілген нүктенің координаталары дегеніміз – нүктенің орналасу жағдайының бастапқы берілген сызығынан немесе қабылданған координаталар жүйесінің жазықтығынан салыстыра қарағандағы орны.

Деңгейлік беттегі нүктенің жер бетіндегі жазық проекциясында орналасу жағдайын *географиялық координаталар жүйесінде* анықтауға болады.



3-сурет. Географиялық координаталар

Айталық, Жердің деңгейлік бетінің пішіні шар тәрізді, центрі O нүктесінде орналасқан (3-сурет). P_1P_2 -жердің айналу осі. Жердің айналу осі арқылы өтетін, оны жазықтықтармен қиғаннан кейін пайда болған деңгейлік беттің үстіндегі сызықтар *географиялық меридиандар деп аталады*. Жердің айналу осіне перпендикуляр деңгей бетті жазықтықтармен

қиғаннан пайда болған сызықтарды *параллельдер* деп атайды. Жердің ортасы (центрі) арқылы өтетін параллельді *экватор* дейді, ал ішінде экватор жатқан жазықтықты *экватор жазықтығы* дейді.

Денгейлік бет үстінде жатқан кез-келген A нүктесінің орны екі географиялық координатамен анықталады - *ендік φ* және *бойлық λ* .

A нүктесінің *географиялық ендігі* деп, осы нүкте үстінен өтетін AO тіктеуіш сызығы мен экватор жазықтығы арасындағы φ бұрышын айтады. Берілген нүктеге дейінгі бұл бұрыш, экватор жазықтығынан солтүстікке немесе оңтүстікке қарай (Жер шарының қай жарты шарында жатқандығына байланысты) есептеледі. Солтүстік жарты шарда жатса, ол-*солтүстік ендік*, оңтүстік жарты шарда жатса, ол - *оңтүстік ендік* деп аталады. φ бұрышының шамасы экватор үстінде 0^0 –тан полюстердің үстінде 90^0 дейін өзгереді.

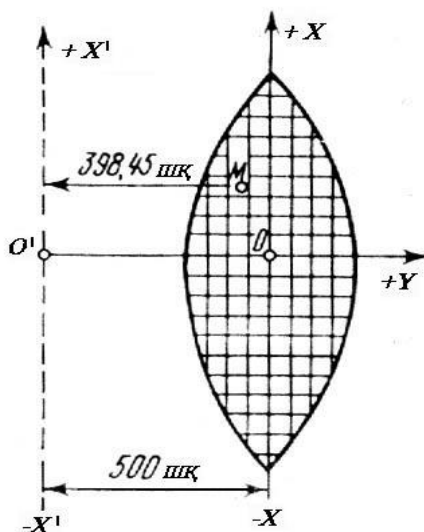
Берілген нүктенің *географиялық бойлығы* деп, бастапқы меридиан жазықтығымен ($P_1M_0P_2$) және осы нүктенің үстінен өтетін меридиан жазықтығы ($P_1A A_1P_2$) арасындағы екі қырлы λ бұрышын айтады. Бастапқы меридиан болып Лондондағы Гринвич обсерваториясының Бас залының ортасынан өтетін меридиан, Халықаралық келісім бойынша қабылданған. Бойлық Гринвич меридианынан шығысқа қарай және оңтүстікке қарай 0^0 градустан 180^0 градусқа дейін өлшенеді, оны *шығыс бойлық* немесе *оңтүстік меридиан* деп атау қалыптасқан.

Географиялық координаталар жүйесі өте қарапайым, бірақ іс жүзінде, мысалы инженерлік-геодезиялық және маркшейдерлік жұмыстарды атқаруда қолдануға қолайсыз. Ендік және бойлық бұрыштық өлшемдерде беріледі. Олардың сызықтық мәндері Жер шарының (эллипсоидының) барлық жерінде бірдей емес. Географиялық координаталарды есептеу, өзінің аумақтылығымен ерекшеленеді, ал қарапайым есептерді шығару күрделіленіп кетеді.

3.2. Тік бұрышты жазық координаталар жүйесі

Алдағы параграфта көрсетілгендей, Гаусс проекциясында әр зона бір-біріне перпендикуляр екі кесінді-өстік меридиан және экватор жазықтығынан тұрады дедік. Осы жағдай нүктенің орналасуын анықтауға *зоналық тік бұрышты жазық координаталар жүйесін* енгізуге мүмкіндік береді.

Абсцисса осі X арқылы өстік меридианды, ал ордината осі Y арқылы экваторды кескіндеу қабылданған. Остердің оң (+) таңбалы бағыттары: абсцисса-оңтүстіктен солтүстікке, ордината-батыстан шығысқа қарай есептелінеді (4-сурет). Координаталар басы болып өстік меридиан мен экватордың қиылысқан нүктесі O саналады. Сонымен экватордан солтүстікке қарай абсцисссалар оң мәнді, ал оңтүстікке қарай теріс (-) мәнді болып келеді. Ординаттары оң (+) мәнді болып, өстік меридианнан шығысқа қарай, ал батысқа қарай теріс (-) мәнді болады.



4-сурет. Тік бұрышты жазық координаталар

4. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ТІРЕК ТОРЛАРЫ

4.1. Геодезиялық торларды құру туралы қысқаша мәліметтер

Әр түрлі инженерлік құрылыстарды жобалау және салу үшін, топографиялық пландар мен карталарды құру мақсатында жүргізілетін барлық геодезиялық өлшемдер және топографиялық түсірістер, пландық координаталары және биіктіктері белгілі, жер бетінде бекітілген *геодезиялық қосындар (пункт)* деп аталатын нүктелерден бастау алады. Осындай нүктелердің жүйелі қосындысын *геодезиялық тор* деп атайды.

ТМД елдерінде геодезиялық торды *Мемлекеттік тор, геодезиялық жиілету және геодезиялық түсіру торы* деп бөледі. Торларды құрғанда «жалпыдан жекеге ауысу» қағидасын сақтай отырып, іске асырады. Яғни, аумақты алқапты қамтитын салыстырмалы түрде сирек қосындар жүйесін құрады да, олардың координаталарын және биіктіктерін жоғарғы дәлдікпен анықтайды. Әрі қарай тор бірнеше сатылап жиілетіледі де, қосындарының координаталарын және биіктіктерін алдағы тордағы дәлдіктен төмен дәлдікпен атқарады.

Мемлекеттік геодезиялық тордың пландық жағдайы жалпылама мемлекеттік координаттық жүйеде, ал биіктіктер бірегей мемлекеттік жүйеде анықталады.

Пландық геодезиялық торларды негізінен *триангуляция, трилатерация, полигонометрия, сонымен бірге осы әдістердің аралас әдістерімен* құрады. *Триангуляция әдісінде* жер бетінде үшбұрыштар торын құрып, олардың әр қайсысының барлық бұрыштарын өлшейді, ал бірінші және соңғы тордың аз дегенде екі қабырғасының ұзындығы *базис* ретінде өлшенеді. Өлшенген бұрыштарын және бір қабырғасының ұзындығын біле отырып, тордың барлық қабырғаларының ұзындықтарын табуға болады. Әрі қарай есептелінген бұрыштары және қабырғалары арқылы тордың барлық қосындарының пландық координаталарын есептеп табады. *Трилатерация әдісінің* триангуляция әдісінен айырмашылығы, мұнда бұрыштары емес, қабырғаларының ұзындықтары өлшенеді. *Полигонометрия әдісінде* жер беті

сынық сызықтар (жүрісін) торын құрудан тұрады, мұнда оның барлық бұрыштары мен қабырғаларының ұзындықтарын өлшейді.

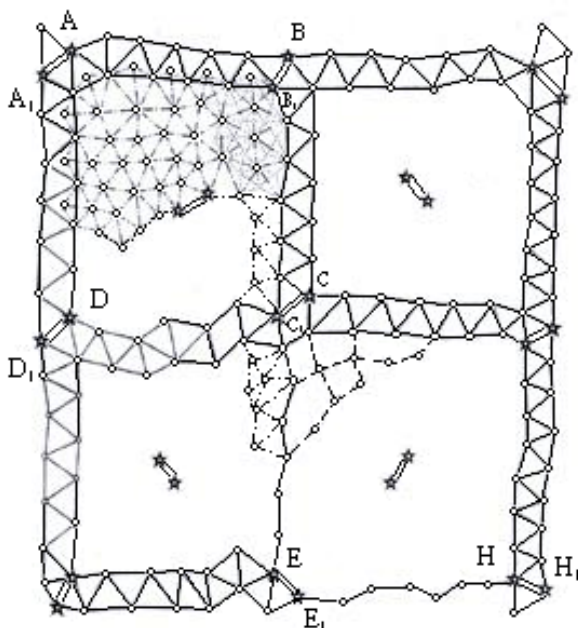
4.2. Мемлекеттік геодезиялық жиілету және түсіру торлары

Мемлекеттік пландық геодезиялық тор триангуляция, трилатерация және полигонометрия әдістерінен құрылып 1, 2, 3 және 4 классқа бөлінеді де, бір-бірінен бұрыштарды және ұзындықтарды өлшеу дәлдігімен, сонымен бірге үшбұрыштардың өлшемдері, жүріс ұзындықтары және оларды құру ретімен ерекшеленеді. Біздің елімізде Мемлекеттік пландық геодезиялық тор негізінен триангуляция әдісімен құрылған.

1-классты триангуляция торы, жобамен меридиандар мен параллельдердің ұзына бойына орналасқан, созылымы 200-250 шқ, периметрі 800-1000 шқ болып келетін үшбұрыштар тізбегінен тұрады (5-сурет). Үшбұрыштар тізбегінің қиылысқан тұстарында жеке AA_1 , BB_1 , CC_1 қабырғаларының ұзындықтары өлшенеді, бұл қабырғаларды *базистік қабырғалар* деп атайды. 1-классты триангуляция үшбұрыштарының қабырғаларының ұзындықтары 20-25 шқ. Бұрыштарын және қабырғаларының ұзындықтарын ең жоғарғы дәлдікпен өлшейді.

Үшбұрыштың бұрыштарын өлшеудің орташа шаршылық қатесі $0,7''$, ал базистік қабырғаларды өлшеудің салыстырмалы орташа шаршылық қатесі 1:400 000 қатынасындай.

2-классты геодезиялық тор 1-классты полигонның ішінде бүтін үшбұрыштар торы немесе бір-бірімен қиылысатын полигонометриялық жүрістер түрінде құрылады. 2-классты үшбұрыштардың қабырғаларының ұзындығы 7-20 шақырымға дейін өзгереді. Үшбұрыш бұрыштарын өлшеудің орташа шаршылық қатесі $1''$ аспауы керек.



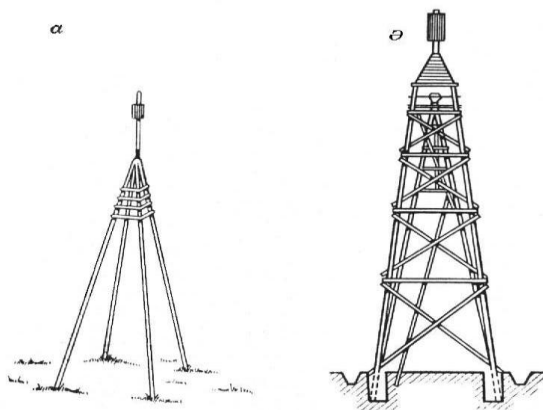
5-сурет. Мемлекеттік геодезиялық торды құру тәсімі (схемасы)

2-класты триангуляция торы 3 және 4 класты торлармен жиілетіледі. Бұл тор бүтін үшбұрыштардан немесе жеке қосындардан тұруы мүмкін. Олардың орналасу жағдайлары жоғарғы класты қосындарға сүйеніп анықталады. Бұрыш өлшеудің орташа шаршылық қатесі, ретімен 1,5 және 2,0%. Үшбұрыштардың қабырғаларының ұзындықтары 3 класс үшін, 5-8 шқ, ал 4 класс үшін, 2-5 шқ.

4.3. Мемлекеттік геодезиялық биіктік жүйесі

Мемлекеттік геодезиялық биіктік торы геометриялық нивелирлеу әдісімен құрылады және *Мемлекеттік I, II, III және IV классты нивелирлік торларға* бөлінеді. I, II, классты нивелирлік торлар Бас биіктік негізі болып есептеліп, территориямыздың *біріккен биіктік тор жүйесіне* кіреді.

Сонымен бірге біріккен биіктік тор жүйесі ғылыми мақсаттарда, яғни мұхиттардың деңгей айырмашылықтарын бақылау, құрлықтардың жылжуын т.б ізденістерді қамтамасыз етуде пайдаланылады.



6-сурет. Геодезиялық қосындардың сыртқы белгілері
a-пирамида; б-белгі

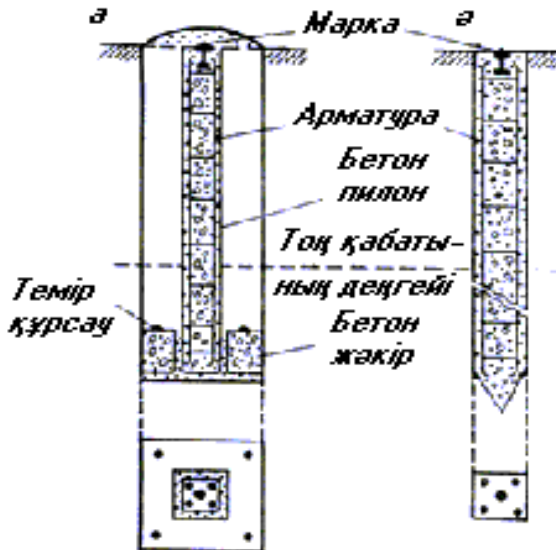
I-класты нивелирлік торлар ең жоғарғы дәлдікпен өлшеніп, 1 шқ қашықтыққа 0,5 мм қатеден көп емес шаманы қамтамасыз етуі керек. *II*-класты жүрістер *I*-класты тор қосындарынан басталып және сол дәлдікті қосындарда аяқталады. Олар периметрі 600 шақырым тұйықталған полигон құрайды. *II*-класты нивелирлеудің орташа шаршылық қатесі 1 шқ жүрісте 2,0 мм аспауы керек.

III –класты нивелирлік тор *I*, *II*-класты қосындарына сүйеніп, периметрі 150-200 шқ полигон құрайды. *II*-классты әр полигон 8-9 бөлікке, яғни *III*-класты жүрістерге бөлінеді.

Келесі Мемлекеттік биіктік геодезиялық тор, өзінен класы жоғары қосындарға сүйенген *IV*-класты нивелирлік жүрістерден тұрады.

4.4. Геодезиялық қосындар центрінің (ортасының) құрылысы және оларды бекіту

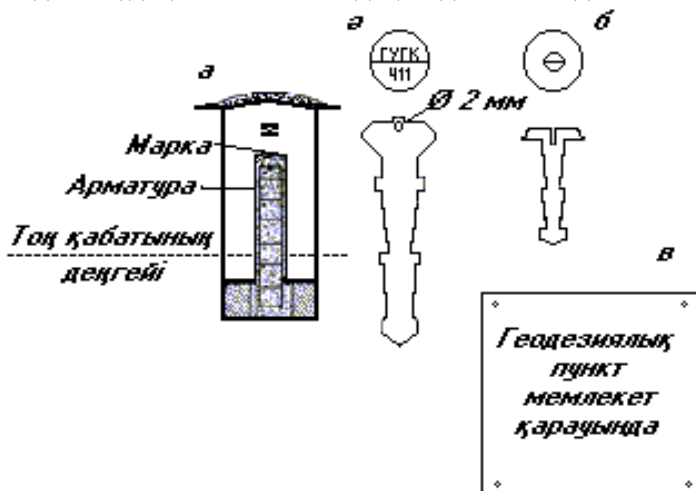
Мемлекеттік геодезиялық тор нүктелері жер бетінде көп жылға есептеліп сақталатын қосындармен бекітіледі. Жерге тереңдетіп (тоң қабатынан төмен) төменгі жағында жәкірі бар, бетондалған пилон немесе темір-бетон құрсауы қағылады. Пилонның немесе құрсаудың жоғарғы бөлігінің ішіне металдан жасалған марка бекітіліп, ол жер бетімен бір деңгейде орналастырылады (7-сурет). Марканың ортасында кіші диаметрлі тесігі болады, ол қосынның тура ортасын көрсетеді.



7-сурет. Мемлекеттік геодезиялық тор қосындарының центрі

Қосынның үстіне ағаштан немесе металдан жасалған пирамида түріндегі құрылыс немесе биік белгілер (сигнал) орнатылады. Пирамиданың немесе белгінің жоғарғы жағына арнаулы құрылысты цилиндр орнатылады, бұл цилиндр басқа қосындарда тұрып, аспап дүрбісі арқылы бақылауға (көздеуге) ыңғайлы болуы үшін жасалады (6-сурет).

Биіктік тор қосындары жерге қағылған (орнатылған) *реперлерден* немесе қабырғалық *маркалардан* тұрады (8-сурет). Қабырғалық маркалар ірі, тұрақты ғимараттардың фундаментіне, көпір тіреуіштеріне және т.б. жерлерге бекітіледі. Жерге орнатылған репер темір-бетондық монолиттен жасалып, мерзімдік тоң деңгейінен төмен деңгейде бекітіледі.



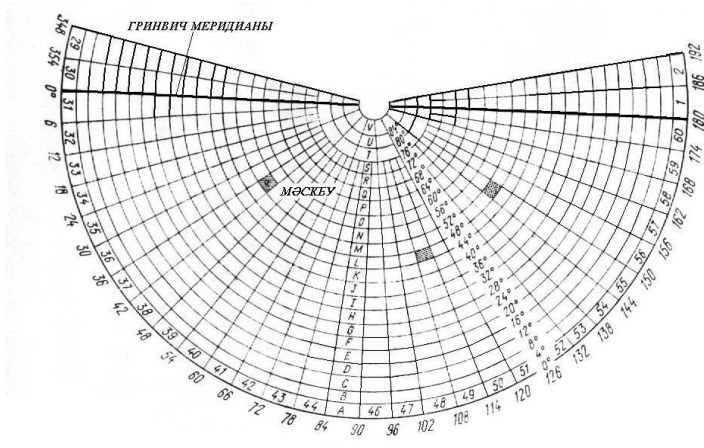
8-сурет. Нивелирлік белгілер: а) жерге орнатылған репер; а) қабырғалық репер; б) қабырғалық марка; в) қорғау плитасы

Түсіру негіздерінің торлары геодезиялық тор қосындарын жиілету сатысына жатады. Олар негізінен топографиялық түсірістің геодезиялық негіздері болып есептеледі. Түсіріс торлары жер бетінде теодолиттік, тахео-метриялық, мензулалық жүрістер және олардың біріккен әдістерімен жүзеге асады. Сонымен бірге *үшбұрыш, геодезиялық төртбұрыштар, орталық жүйе* және әр түрлі геодезиялық бақылаудан, құрылымдардан тұратын әдістермен атқарылады. Биіктік шамалары геометриялық және тригонометриялық нивелирлеу арқылы анықталады.

5. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАР МЕН ПЛАНДАРДЫҢ НОМЕНКЛАТУРАСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ГРАФАЛЫҚ БӨЛІКТЕРІ

Жер бетінің үлкен аумақтары қағаз бетінде бөліктерге бөлініп, топо-графиялық карта немесе план ретінде кескінделеді.

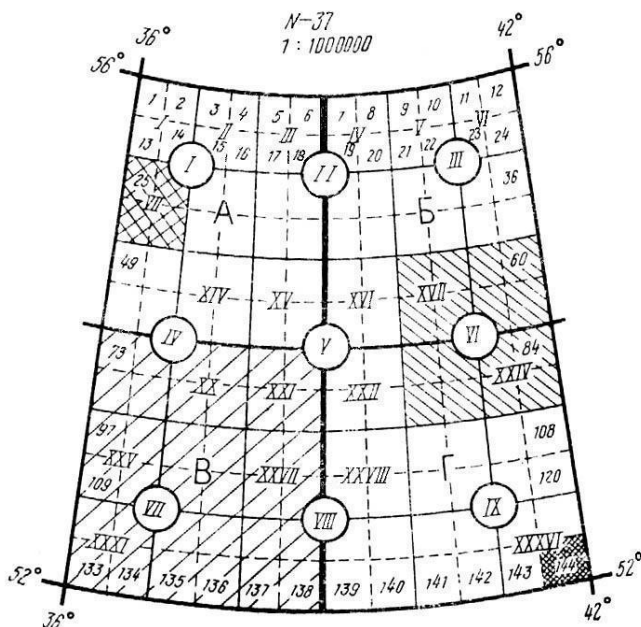
Әр түрлі масштабтардағы топографиялық карталар мен пландардың парақтары *бірегей бөліктермен кескінделеді*, яғни парақтардың бір-біріне қарағандағы орналасулары бір жүйеге бағынған. Осы жүйеде белгіленген немесе реттік саны жазылған әр түрлі масштабтардағы карталар мен пландардың орналасу жағдайын *картаның номенклатурасы дейді*.



9-сурет. 1:1 000 000 масштабтағы карта парағының номенклатурасы және оны бөліктерге бөлу

ТМД елдерінде барлық топографиялық карталарды *графалық бөліктерге бөлу* негізі болып, Халықаралық карталардың парақтарын 1:1 000 000 мас-штабтағы бөліктерге бөлу реті қабылданған. Бұл масштабтағы картаның парақтарының орналасуларын келесі ретпен құрастырады. 180 градустағы меридианнан бастап (Гринвичтік меридианға

карама-қарсы) Жердің барлық беті 6 градустық бойлық бойымен меридианға, 60 колоннаға бөлінген. Колонналар аумағы және пішіні жағынан алты градустық зонамен дәл келеді, ал оның ішіне зоналық тік бұрышты координаталар жүйесі орналасқан. Колонналар 1 -ден 60 –қа дейін 180 градустық меридианнан бастап, шығысқа қарай араб цифрларымен белгілеген. Сондықтан колонналардың реттік саны зоналардың реттік санынан тура 30 санға өзгеше. Бойлық бағытында Жерді *белдеулерге*, яғни экватордан солтүстікке және оңтүстікке қарай бөледі. Белдеулерді экватордан бастап солтүстікке және оңтүстікке қарай латын әріптерінің бас әріптерімен белгілейді *А, В, С,....* (9-сурет).



10-сурет. 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000, 1:100 000 масштабтағы карта парақтарының номенклатурасы және оларды бөліктерге бөлу

Сонымен Жердің барлық беті сфералық трапецияларға бөлінген, өлшемдері: ендік бойынша $\Delta\varphi = 4^0$ және бойлық

бойынша $\Delta \lambda = 6^0$. Осындай әр бөлік, картаның бір парағына 1:1 000 000 масштабтағы жер бөлігінің бетін кескіндейді. Осы парақтардың әрқайсысының номенклатурасы әріптермен белдеулерін және колоннаның ретін көрсетеді. Мысалы, $N - 37$, $L - 49$, $M - 55$ және т.б.

Карта парағының номенклатурасын біле отырып, ондағы трапеция бұрыштарының географиялық координаталарын оңай табуға болады. Мысалы, $N - 37$ карта парағының бұрыштарының географиялық координаталары 52 және 56 градустық параллельдердің, 36 және 42 меридиандардың қиылысу нүктелерімен анықталады (10-сурет).

Өте ірі масштабтардағы топографиялық карталарды бөлікке бөлу кезінде келесі шарттарды сақтау керек:

1:1 000 000 масштабтағы карта парағын, барлық масштабтардағы карталар парағының өлшемдерін (қолдануға ыңғайлы болу үшін) бүтін карталар санына бөледі, ал жеке парақтардың шекарасы болып меридиандар мен параллельдер саналады (1-кесте).

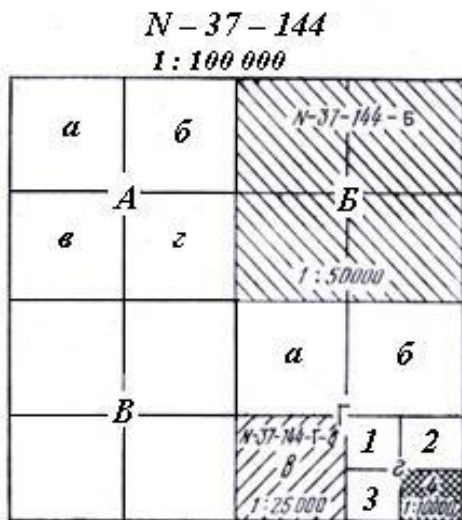
1:1000 000-1:100 000 масштабтардағы карта парақтарының өлшемдері және номенклатурасы

1-кесте

Масштаб-тары	Бір парақтағы, төмен масштабты парақ саны	Парақ өлшемі		Номенклатура мысалы
		Ендік бойынша	Бойлық бойынша	
1:1000 000	1	4 ¹ 00''	6 ⁰ 00'	$N-37$
1:500 000	4	2 00	3 00	$N-37-A$
1:300 000	9	1 20	2 00	$IX-N-37$
1:200 000	36	0 40	1 00	$N-37-XXXVI$
1:100 000	144	0 20	0 30	$N-37-144$

1:1 000 000 масштабтағы картаның парағы, 1:500 000 масштабтағы төрт параққа бөлінеді де A , B , C және D бас әріптерімен белгіленеді. Бұл масштабтың номенклатурасы миллиондық парақтың номенклатурасына және оған сәйкес әріпті қосуымен анықталады. Мысалы, $N - 37 - B$.

1:300 000 масштабтағы картаның парағын алу үшін, миллиондық парақ 9 бөлікке және әр парақ рим цифрымен I-ден IX-ға дейін белгіленеді. Бұл парақтың номенклатурасын белгілеу үшін, алдағы көрсетілген ретінің миллион парақтық белгісінің алдына рим цифры қойылады. Мысалы, VI- N – 37. Осы ретпен әрі қарай жалғаса береді.



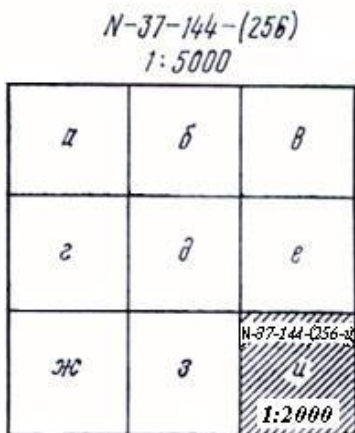
11-сурет. 1:50 000, 1:25 000 және 1:10 000 масштабтардағы карта парақтарының номенклатурасы

Ірі масштабтағы топографиялық карталардың парақтарының номенклатурасы және оларды бөліктерге бөлу, 1:100 000 масштабтағы карталарды негізге ала отырып іске асады (2-кесте). Сонымен, 1:100 000 масштабтағы карта парағы, 1:50 000 масштабтағы 4 парақ картаға бөлінеді, олар кириллицаның *A, Б, В және Г* бас әріптерімен белгіленеді (11-сурет). Мысалы, *N-37-144-Б*.

1:50 000 масштабтағы карта парағы төрт бөлікке бөлініп, кириллицаның кіші *a, б, в, г* әріптерімен белгіленіп, 1:25 000 масштабтағы карта парақтарын құрайды. Мысалы *N-37-144-Г-в*.

1:25 000 масштабтағы карта парағы өз кезегінде төртке бөлініп, 1:10 000 масштабтағы карта парақтарын құрайды да, 1, 2, 3, 4 араб цифрларымен белгіленеді. Сонда 1:10 000 масштабтағы карта парағы *N-37-144-Г-2-4* бо-лады.

1:5000 және 1:2000 масштабтардағы карталардың парақтарын алу үшін, олардың негізі ретінде 1:100 000 масштабтағы карта парағы алынады. Оны 256 бөлікке бөледі (бойлық бойынша 16 бөлікке және ендік бойынша 16 бөлікке). 1:5000 масштабтағы парақтың номенклатурасы 1:100 000 масштабтағы карта парағының номенклатурасынан тұрады да, оның номенклатурасына, дөңгелек жақшаның ішіне оған сәйкес 1:5000 масштабтағы реттік санын жазады. Мысалы *N-37-144-(256)*.



12-сурет. 1:2000 масштабтағы карта парағының, 1:5000 масштабтағы карта парағына орналасуы

1:2000 масштабтағы карта парағын алу үшін, 1:5000 масштабтағы карта парағы 9 бөлікке бөлінеді (12-сурет). 1:2000 масштабтағы карта парағының номенклатурасы 1:5000 масштабтағы карта парағының номенклатурасына жақша ішіне кирилица әрпінің бір әрпін қосумен анықталады. Мысалы, *N-37-144-(256-и)*.

Географиялық бойлық үлкейген сайын, барлық масштабтағы топография-лық картаның парақтары батыстан шығысқа қарай жіңішкере береді, бірақ өлшемдері оңтүстіктен солтүстікке қарай сол қалпында қалады. Сондықтан 60° параллельден солтүстікке қарай жер бөліктері үшін карта парақтарын екі есе қабаттасқан, ал 76° солтүстікке қарай төрт есе қабаттасқан түрінде жасайды.

1:50 000-1:2000 масштабтардағы карта парақтарының өлшемдері және номенклатурасы

2-кесте

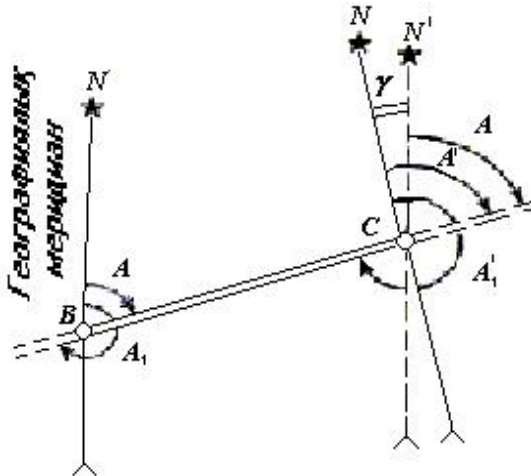
Масштаб-тары	Бір парақтағы, төмен масштабты парақ саны	Парақ өлшемі		Номенклатура мысалы
		Ендік бойынша	Бойлық бойынша	
1:50 000	4	10' 00''	15' 00,0	N-37-144-Б
1:25 000	16	5 00	7 30,0	N-37-144-Б-Г
1:10 000	64	2 30	3 45,0	N-37-144-Б-Г-4
1:5000	256	1 15	1 52,0	N-37-144-(256)
1:200	2304	0 25	0 37,5	N-37-144-(256-и)

6. БАҒЫТ БАҒДАРЛАУ

Жер бетіне сызықты бағдарлау, яғни бастапқы берілім ретінде қабылданған қандай да бір бағытқа қарағанда осы сызықтың бағытын (бұрышын) анықтау.

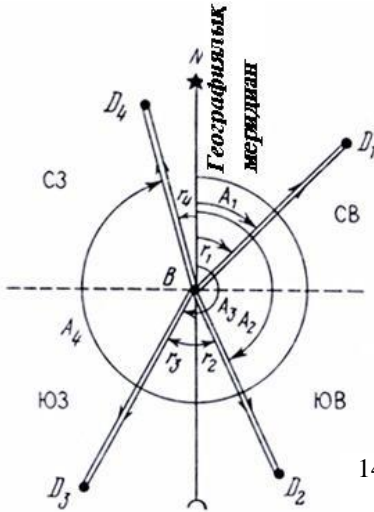
Геодезияда бастапқы берілім бағыты ретінде қабылданған бағыттар: *географиялық меридиан, магниттік меридиан және зонаның остік меридианы*. Кесінді бағытын анықтайтын бұрыш ретінде қабылданған бұрыштар: *географиялық және магниттік азимуттар, дирекциондық бұрыш және румб*.

B нүктесіндегі BC кесіндісінің географиялық азимуты A (13-сурет) дегеніміз сағат тілінің бағытымен географиялық меридианның солтүстік бағытынан, берілген бағытқа дейінгі есептелінетін жазық бұрыш. Нағыз (географиялық) азимуттың шамасы 0 градустан 360 градусқа дейін өзгереді. Геодезияда сызықтың *тура* және *кері* бағыттары болады. Егер BC кесіндісі B нүктесінен тура бағытта болса, оның кері шамасы болып C нүктесінен CB бағыты есептеледі. Бір нүктедегі сызықтың тура және кері азимуттарының бір-бірінен айырмашылығы 180^0 , $A=A_1-180^0$, $A_1=A+180^0$.



13-сурет. Географиялық азимуттар және меридиандардың жақындасу бұрышы

Әр нүктенің меридианы бір-бірімен параллель болмайтындықтан, кесіндінің әр нүктесінде оның азимуты да әр түрлі болады. Мысалы, сол BC сызығының B нүктесіндегі тура азимуты (A), C нүктесіндегі азимутына (A') тең емес. Егер C нүктесі арқылы B нүктесінің BN меридианына параллель



14-сурет. Географиялық азимуттар және румбтар

CN' сызығын жүргізетін болсақ, онда γ бұрышы пайда болады да, оны *меридиандардың жақындасу бұрышы* деп атайды. 13-суреттен B нүктесінде BC сызығының A тура азимуты және A' кері азимуты келесі теңдікті береді:

$$A'_1 = A + 180^\circ + \gamma. \quad (1)$$

Жер бетінде берілген кесіндінің географиялық азимутын астрономиялық бақылау арқылы анықтайды.



15-сурет. Магниттік азимут және магниттік үшкілдің ауытқуы

Сызықтарды бағдарлау кезінде *румб* деген түсінікті пайдаланады. *Географиялық румб* дегеніміз, берілген нүктедегі бағытпен, географиялық меридианның (солтүстік немесе оңтүстік бағыттары) ең жақын бағыты арасындағы сүйір бұрышты айтады (14-сурет). Қай ширекте жатқандығына байланысты, румбтың сандық мәні сол ширектің атымен қоса жазылады. $r_1 = \text{СШ}:35^0$, $r_1 = \text{ОШ}:25^0$, $r_1 = \text{ОБ}:15^0$, $r_1 = \text{СБ}:45^0$. Келтірілген суреттен географиялық румб пен географиялық азимут арасындағы байланысты төмендегідей өрнектеуге болады:

$$\left. \begin{aligned} r_1 &= A_1; r_2 = 180^0 - A_2; \\ r_3 &= A_3 - 180^0; r_4 = 360^0 - A_4. \end{aligned} \right\}$$

Бос, жеңіл және екі басы теңестірілген, магниттелген үшкілдің бір басы солтүстік бағытты, екіншісі оңтүстікті көрсетіп тұрады. Осындай магниттік үшкілдің бағыты *магниттік меридиан* бағытымен сәйкес келеді.

Сағат тілінің бағытымен, магниттік меридианның солтүстік бағытынан жер бетіндегі берілген бағытқа дейінгі бұрышты *магниттік азимут* A_m дейді. Магниттік азимут та географиялық азимут сияқты 0^0 -тан 360^0 -қа дейін өз-гереді. Жер бетіндегі әр

нүктеде географиялық және магниттік меридиандар арасында δ бұрышы пайда болады (15-сурет), осы бұрышты *магниттік үшкілдің ауытқу бұрышы* дейді. Магниттік үшкілдің солтүстік ұшы, географиялық меридианның солтүстік бағытынан шығысқа немесе батысқа ауысуы мүмкін. Сондықтан ауытқудың *шығыстық* және *батыстық* түрлері болады. Оның үстіне шығыстық ауытқу оң (+) мәнді, ал батыстық ауытқу теріс (-) мәнді деп қабылданған. Географиялық және магниттік меридиандар бір-бірімен төмендегі қатынас бойынша байланысады

$$A = A_m + (\pm\delta), \quad (3)$$

мұндағы жақша ішінде магниттік үшкілдің шығыстық оң (+) немесе батыстық теріс (-) ауытқу таңбасы көрсетілген.

Бір кесіндінің әр нүктесінде азимуттары бірдей болмайтындықтан, магниттік азимутты сызықты бағдарлауда қолдану ыңғайсыз. Жер шарының кейбір жерлерінде магниттік үшкілдің ауысу шамасы өте үлкен, яғни бұл жерде *магниттік аномалия* әсері күшті, сондықтан мұндай райондарда магнит үшкілін пайдалануға болмайды.

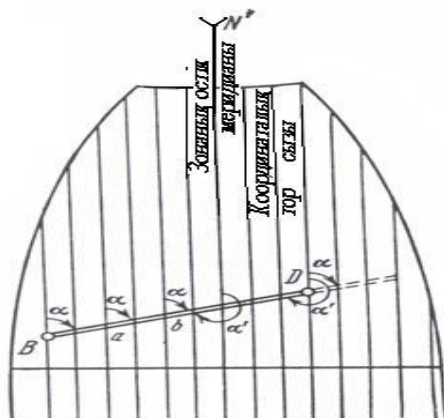
Сондықтан геодезияда бағдарлау үшін, көбінесе дирекциондық бұрышты пайдаланады.

Дирекциондық бұрыш дегеніміз - зонаның остік меридианымен берілген сызық арасындағы бұрыш. Ол остік меридианның солтүстік бағытынан (немесе абцисс X осінің солтүстік бағытынан) сағат тілінің бағытымен өлшеніп, 0^0 –тан 360^0 -қа дейін өзгереді.

BD сызығының тура α және кері α' дирекциондық бұрыштарының бір-бірінен айырмашылығы тура 180^0 тең, яғни $\alpha' = \alpha \pm 180^0$ (16-сурет). Берілген сызықтың барлық нүктесінде оның дирекциондық бұрышы бірдей, сондықтан оны табу үшін, осы сызықпен остік меридианға параллель кез-келген координаттық тор сызығы арасындағы бұрышты өлшесе болғаны (суретті қараңыз).

BD сызығының B нүктесі арқылы (17-сурет) келесі шамалар өтеді деп есептейік: BN географиялық меридианы; остік

меридиан бағытына параллель (шақырымдық тор сызығына) BN' сызығы; BN_m магниттік меридиан бағыты.



16-сурет. Дирекциондық бұрыштар

Сонда, алдағы анықтамалар негізінде BN' бұрышы γ - меридиандардың жақындасу бұрышына тең, ал BN_m бұрышы δ -магнит үшкілінің ауытқуына тең (17-суретті қараңыз)

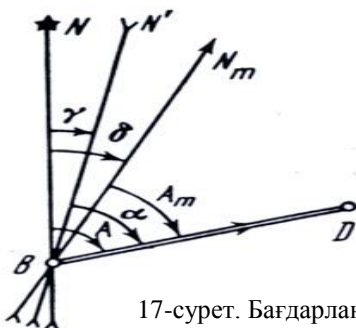
$$A = A_m + \delta, \quad (4)$$

$$A = \alpha + \gamma. \quad (5)$$

4 және 5-формулар теңдеулерінің оң жақтағы бөлігін бір-бірімен теңестірсек, төмендегідей формуланы аламыз

$$\alpha = A_m + \delta - \gamma. \quad (6)$$

Меридиандардың жақындасуы және магнит үшкілінің ауытқулары шығыстық немесе батыстық, яғни оң (+) немесе теріс (-) мәнді болатындықтан б-формуланы қайтадан жазып шығамыз



17-сурет. Бағдарланушы бұрыштар арасындағы байланыс

$$\alpha = A_m + (\pm \delta) - (\pm \gamma). \quad (7)$$

Мысал. Кесіндінің магниттік азимуты $A_m = 45^0 30'$; магниттік үшкілдің ау-ысуы батыстық $\delta = -2^0 15'$; меридиандардың жақындасу бұрышы шығыстық $\gamma = + 0^0 30'$. Дирекциондық бұрышын (α) табу керек

$$\alpha = A_m + (\pm \delta) - (\pm \gamma) = 45^0 30' - 2^0 15' - 0^0 30' = 42^0 45'.$$

Зонаның остік меридианының ең жақын бағыты (немесе координаталар торының солтүстік-оңтүстік сызығы) және берілген сызық арасындағы сүйір жазық бұрыш *румб* деп аталады. Оның сандық шамасын *кестелік бұрыш* дейді.

Барлық тригонометриялық кестелер 0^0 -тан 90^0 -қа дейін құрасты-рылатындықтан, дирекциондық бұрышпен жұмыс істегенде 90^0 -тан үлкен бұрыштар, бірінші ширектің бұрыштарына келтіріледі, яғни кестелік бұрыш-тарға айналдырылады. Румбтың дирекциондық бұрыштармен байланысы географиялық және магниттік румбтармен, географиялық және магниттік азимуттардың байланыстарына ұқсас.

7. КАРТА ЖӘНЕ ПЛАН. ЖЕРДІҢ ПРОФИЛІ

Алдағы параграфта айтқандай, деңгейлік бет дегенде қисық (дөңес) бетті көзге елестетеміз. Бірақ, үлкен емес аудан көлемінде осы дөңес бетті, оның дәлдігіне нұқсан келтірместен жазық бет ретінде қарауға болады.

Жазық жазықтықта ортогоналды проекциялау әдісін пайдаланып, жер бетінде өлшенген кесіндінің және бұрыштың жазық проекциясын алуға болады. Осындай кескіндеуді жазық жазықтықта кішірейтіп қағазға түсіру ешқандай өзгеріссіз орындалады. Яғни, үлкен емес аймақтардың қағаз бетіне кішірейтіліп түсірілген кескіні өзіне ұқсас өзгермей түседі.

План дегеніміз шектелген жер аймағының, ортогоналды проекциясындағы жазықтыққа деңгейлік беттің дөңестігі ескерілмей түсірілген картографиялық кескіні (бейнесі).

Егер планда жер бетіндегі заттар және контурлық сызықтар биіктік мінеземелерінсіз, рельефсіз (жер бедерінсіз) бейнеленген болса, мұндай пландар *контурлық* немесе *ситуациялық* деп аталады. Жер бетіндегі заттар, нысандар сипаттамалары және жер бедері көрсетілген түсіріс нәтижесі *топографиялық план* деп аталады.

Арнаулы картографиялық проекцияны таңдай отырып, анықталған математикалық заңдылық негізінде, жер беті жазықтықта үзілмей және бүктелмей түсірілгенін мүмкіндігінше қадағалайды. Қағазға түсірілген жер беті өзіне тән қателерімен қатар жүреді, олар кесінділердің, бұрыштардың, алаңдардың т.б. шамалары, жер бетінің жазықтықтағы проекциясына тең болмайды.

Кішірейтілген, Жердің дөңестігінен өзгерген, картографиялық проекцияда құрылған жердің бір шама үлкен аумағының кескінін *карта* деп атайды.

Жазықтыққа жер бетінің радиусы 10 шқ үлкен аумақтарын түсіргенде Жер бетінің дөңестігін ескеру керек. Сондықтан жер бетінің үлкен аумақтарын немесе Жердің барлық бетін қағаз бетінде бейнелегенде *арнаулы картографиялық проекцияны* қолданады.

Картографиялық проекциялардың әр түрі болады, яғни бейненің өзгеру сипаттамасы әр түрлі. Мысалы, тең шамалы проекция, мұнда тең бұрышты алаңдарда алаң ауданы және бұрыштары өзгермей түседі.

8. МАСШТАБТАР

Карталарды, пландарды және жер қималарын қағазға кішірейтілген түрінде салады. Жер бетіндегі кесінділерді картаға немесе планға түсірудің кішірейтілген дәрежесін *масштаб* деп атайды.

Масштаб пландағы немесе картадағы сызықтың ұзындығы жер бетіндегі осы сызықтың ұзындығына қатынасын көрсетеді. Масштабтар *сандық, сызықтық және көлденең* болып үш түрге бөлінеді. Кейде *ауыспалы масштаб* деген түрін қолданады. *Сандық масштаб* кәдімгі бөлшек сан, оның алымы бір, ал бөліміндегі сан жер бетіндегі сызықты картаға немесе планға кішірейтіп түсіру дәрежесін көрсетеді. 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 масштабтардағы жазық сызық ретімен 500, 1000, 2000, 5000 рет кішірейтілген. Сонымен масштаб төмендегі қатынасты көрсетеді

$$\frac{s}{S} = \frac{1}{S \cdot s} = \frac{1}{M}, \quad (8)$$

мұндағы M – масштабтың бөлімі; s – сызықтың пландағы ұзындығы; S – жер бетіндегі сызықтың ұзындығы.

Сандық масштабтың бөлімі үлкен болған сайын, оның кішірейту дәрежесі артады, яғни масштабы ұсақтана береді. Керісінше, бөлімі азайған сайын, оның масштабы ірі болады. Масштабы іріленген сайын, жер бетіндегі заттар картаға немесе планға егжей-тегжейлі түсіріледі.

Масштабтың 8-формуласын пайдаланып, карта немесе план арқылы шығарылатын инженерлік есептердің ішіндегі ең жиі кездесетін екеуін шығарып көрейік:

1) жер бетіндегі ұзындығы белгілі жазық кесіндінің берілген масштабта пландағы ұзындығын анықтау.

Мысал. Жер бетіндегі жазық жазықтықтағы кесіндінің шамасы $S = 123$ м, 1:2000 масштабтағы осы сызықтың пландағы ұзындығын анықтау керек.

$$8 - \text{формуладан } s = S : M = \frac{123}{2000} = 61,5 \text{ мм.}$$

Мысал. Планның масштабы 1:500, осы планның бетіндегі сызықтың ұзындығы $s = 75,3$ мм. Осы сызықтың өзіне тән жер бетіндегі ұзындығын анықтау керек, 1- формуладан:

$$S = s \times M = 75.3 \times 500 = 37650 \text{ мм} = 37.65 \text{ м.}$$

Сандық масштаб арқылы осындай күрделі емес, кейбір жеңіл есептерді шығарады. Бірақ, есептің берілгені, түрі, көлемі көбейген сайын, оларды шығару күрделене береді. Сондықтан іс жүзінде көбінесе сандық масштабтың графикалық түрі – *сызықтық масштаб* пайдаланылады.

Сызықтық масштабты құру келесі ретпен атқарылады.

Түзу сызық үстінен бірнеше ұзындықтары бірдей кесіндіні белгілейді, оны *масштабтың негізі (а)* деп атайды (18а-сурет).

Масштаб негізі кесіндінің ұзындығы $a = 2$ см болса, онда оны *дұрыс масштаб* түріне жатқызады.

Анықталған сандық масштабты қабылдай отырып, 8 – формуладан масштаб негізінің шамасымен жер бетіндегі метр саны қанша екені анықталады. Айталық $a = 2$ см, ал планның сандық масштабы 1:5000. Сонда сызықтық масштабтың негізіне жер бетіндегі 100 м дәл келеді.

Сол жақ масштаб негізінің оң жақ шеті есептеудің басы ретінде нөлмен белгіленеді. Нөлден оңға қарай масштаб негізінің ұзындығындай бөліктер, метрлер санына дәл келеді. Нөлден солға қарай масштаб негізін 10 немесе 20 бөлікке бөледі (18а-сурет) және бірнеше бөліктерді бүтін метрмен астына жазады.

Сызықтық масштабтың көмегімен арақашықтықты анықтағанда, карта немесе планнан циркуль-өлшегіш арқылы арақашықтықты өлшеп алады да, әрі қарай сол циркуль-өлшегішті сызықтық масштаб үстіне салады, оның оң жақ аяғы нөлдің оң жағындағы метрлік бөліктердің ұзындығына сәйкес біреуінің үстінде, ал сол жақтағы аяғы сол жақтағы масштаб негізінің ішінде тұруы керек.

Қашықтық есебін алу, сол масштаб негізінің кіші бөліктерінің оннан бір бөлігінен көз мөлшерімен алынады.

Кіші бөліктерін көз жобасымен алу қатесін болдырмас үшін, яғни есеп алу дәлдігін арттыру үшін *көлденең масштабты* қолданады.

Көлденең масштабты келесі ретпен орындайды. Түзу сызық үстіне сызықтық масштабтағыдай бірнеше масштаб негізін салады. Әрі қарай барлық масштаб негізінің шетінен перпендикуляр жүргізеді, перпендикулярлар биіктігі негіздің ұзындығындай болады. Осы перпендикуляр тең 10 бөлікке бөлінеді және төбелерін түзу, бастапқы сызыққа параллель сызықтармен қосады. Шеткі сол жақтағы негіз AO , үстіңгі оған қарсы шеткі $A'O'$ сызығын тең 10 бөлікке бөледі. Содан кейін негіздің бірінші бөлігінің оң жақ шетін – R нүктесін, A нүктесіне перпендикуляр түсірілген A' нүктесімен қосады (18ә - сурет). Төменгі негізінің қалған нүктелерінен R A' сызығына параллель көлбеу сызықтарды жүргізеді. Оларды *трансверсаль* деп атайды.

Нөлдік тік сызық пен (OO') оған қосылған трансверсаль (OB) арасында OBO' үшбұрышы құрылады, ол v_1O_1 , v_2O_2 , v_3O_3 және т.с.с. кесінділермен бөлінген. OBO' және ov_1O_1 үшбұрыштары ұқсас үшбұрыштар, сондықтан төмендегі формуламен өрнектеуге болады

$$\frac{v_1O_1}{BO'} = \frac{OO_1}{OO'} = \frac{l}{m}, \text{ мұнан } v_1O_1 = \frac{BO'}{m} = l, \quad (9)$$

$$BO' = \frac{AO}{n} \text{ тең болғандықтан, былай өрнектейміз } l = \frac{AO}{n \cdot m}.$$

Сонда, егер масштабтың негізі AO n бөлікке бөлінген болса, оған перпендикуляр OO' m бөлікке, онда көлденең масштабтың ең кіші бөлігі l масштаб негізінің ұзындығының оған түсірілген перпендикулярды бөлген, бөлік санының көбейтіндісіне тең.

Бір-біріне ұқсас ov_1O_1 , ov_2O_2 , ov_3O_3 т.с.с. үшбұрыштардың негізінде

$$v_2O_2 = 2 \cdot v_1O_1 = 2 \cdot l; \quad v_3O_3 = 3 \cdot v_1O_1 = 3 \cdot l \quad (10)$$

$$v_4O_4 = 4 \cdot v_1O_1 = 4 \cdot l \text{ және т.с.с.}$$

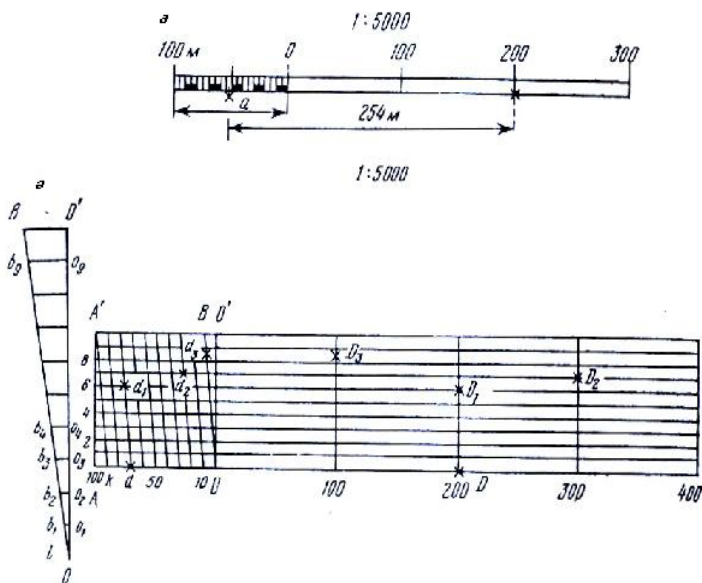
$n = m = 10$ шартымен құрылған көлденең масштаб *дұрыс жүздік масштаб* деп аталады. Егер жүздік масштабтың негізі 2 см болса, онда оның ең аз бөлігінің шамасы $l = 20/100 = 0,2$ мм.

Көлденең масштаб арнаулы металл пластинкаға сызылған, оны *масштабтық сызғыш* деп атайды.

Масштабты сызғышты келесі түрде пайдаланады. Мысалы 1:5000 масштабтағы планы алайық. Масштабтық сызғыштың

бетіне масштаб негізіне сай метрлік бүтін сандарын жазады. Оның ең кіші бөлігі $l = 1$ м.

План үстінде ұзындығы 270 м кесіндіні салу үшін циркуль-өлшегіштің бір аяғын D нүктесіне, ал екінші аяғын d нүктесіне қадайды. 276 м арақашықтықты салу үшін циркуль-өлшегіштің екі аяғында тік сызықтар бойымен жоғары қозғайды, бұл кезде оның сол жақ аяғы масштаб негізі ішінде алтыншы тік сызықтың үстінде, ал оң жақ аяғы 200 м. деп белгіленген жерге қалады (D_1 және d_1 нүктелері). 18-суретте $D_2d_2 = 327$ және $D_3d_3 = 108,5$ м кесінділерді салу мысалы көрсетілген.



18 – сурет. Көлденең және сызықтық масштабтар

Жай адамның көзі екі қатар сызылған сызықтың арасын 0,1 мм болғанша ғана көреді, одан кіші болса ол екі сызық қосылып кеткен сияқты көрінеді. Осы негізге сай адамның қаруланбаған көзбен көру қабілетінің ең кіші бөлігі 0,1 мм деп қабылданған. Жер бетіндегі кесіндінің ұзындығының, оған сәйкес пландағы 0,1 миллиметрі осы масштабтың дәлдігі деп аталады.

Мысалы, $1:500$, $1:1000$, $1:2000$, $1:5000$, $1:10\ 000$ масштабтар үшін, олардың масштабтарының дәлдігі 0,05 м, 0,1 м, 0,2 м, 0,5 м, 1,0 м ретімен болады. Яғни карталар мен пландарда осы масштабтарды пайдаланғанда, келтірілген дәлдіктен артық дәлдікпен өлшей алмайсыз.

Масштабтың дәлдігінен өлшемі кем жер бетіндегі заттарды, карталар мен пландарға олардың пішінін сол қалпында сақтап салуға мүмкіншілік жоқ. Сондықтан жер бетіндегі заттардың егжей-тегжейлі пішінін, сапасын сақтап салу үшін, карта мен планның масштабтары ірі болғаны дұрыс.

Егер сандық масштабтың бөлімі дөңгелек сан болмаса, мысалы, $1:1750$, онда бұл масштаб үшін *ауыспалы көлденең масштаб* құру керек. Егер жүздік масштабтың негізін $a = 2$ см деп алса, онда оған жер бетінде 35 м дәл келер еді, ал масштабтың ең кіші бөлігіне 0,35 м дәл келеді. Мұндай масштабпен жұмыс істеу қиынға соғып, уақытты алады, сондықтан ауыспалы көлденең масштаб құрады. Мұнда алдымен масштаб негізінің ұзындығын есептейді, ол жер бетіндегі ұзындықтың метрлік бөліктерінің дөңгелек шамасына тең болуы керек. Біздегі мысал үшін масштаб негізін есептейміз a' , ол жер бетіндегі $50\text{ м} : 1\text{ см} : 17,5\text{ м} = a' : 50\text{ м}$, осыдан $a' = 2,86\text{ см}$.

Есептелінген масштаб негізімен көлденең масштабты құрады, оның негіздерін 50 м тең деп негіз астына жазады. Бұл масштабтың жер бетіндегі ең кіші бөлігі 0,4 м болады. Осындай әдіспен құрылған ауыспалы масштабпен жұмыс істеу оңай және тез, кәдімгі көлденең масштабпен жұмыс істегендей боласыз.

8.1. Масштабтар бойынша тапсырма мысалдар

1-есеп. Жер бетіндегі сызықтардың горизонталь ұзындықтары берілген $L=253,7$ м; $L=198,66$ м; $L=208,9$ м. Олардың масштабы $1:5000$, пландағы ұзындықтарын табу керек.

Жауабы: $l=5,07\text{ см}$; $l=3,97\text{ см}$; $l=4,18\text{ см}$.

2-есеп. $1:500$ масштабты планда 9,6 см; 13,7 см; 21,1 см кесінділер берілген. Олардың жер бетіндегі горизонталь ұзындықтарын табындар. Жауабы: $L= 48\text{ м}$; $L= 68,5\text{ м}$; $L= 106,5\text{ м}$.

3-есеп. 1:1000 сандық масштаб арқылы оған сәйкес сызықтық масштабын салу керек және ол арқылы мына арақашықтықтарды 39 м; 98 м; 47 м; 57 м салыңдар.

4-есеп. 1:2000 сандық масштаб арқылы оған сәйкес көлденең масштабты салыңыздар және оған мына арақашықтықтарды 49,6 м; 73,2 м; 91,8 м түсіріңіздер.

9. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТА ЖӘНЕ ПЛАН АРҚЫЛЫ ИНЖЕНЕРЛІК ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУ

Жобалық берілімдерді жер бетіне түсіру графикалық, аналитикалық немесе графо-аналитикалық әдістермен іске асады.

Графикалық әдісте жеке нүктелер мен ғимараттардың бұрыштарын, кесінді ұзындықтарын және бағыттарды планнан өлшегіш-циркульдің, транспортирдің және масштабтық сызғыштың көмегімен анықтайды.

Аналитикалық әдіс, әдістердің ішіндегі ең дәлі болып есептеледі. Мұнда жеке тірек нүктелерінің (ғимараттардың бұрыштары, жол осьтерінің қиылысы, коммуникациялар т.б.с.с.) координаталары әр түрлі геодезиялық әдістермен анықталады (полярылық, қиылыстыру, координаталар және т.б.с.с.) Бұл әдісте жобалық нүктелер мен геодезиялық тірек қосындарының байланысын математикалық жолдармен өрнектейді.

Аналитикалық әдіс жобалық берілімдерді жер бетіне бір-біріне қатысы жоқ жер бөліктерін, нысандарды түсіруде пайдаланады.

9.1. Топографиялық карталардан, пландардан кез-келген нүктенің координаталарын анықтау

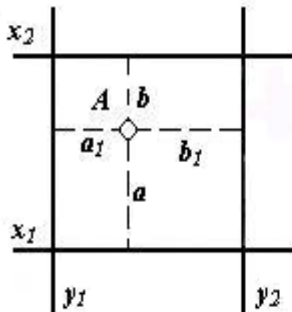
Мысалы, A нүктесі шаршы ішінде (19-сурет) орналасқан, оның төбелерінің абсциссалары және ординаталары x_1, x_2 және y_1, y_2 .

Координаталар өстеріне параллель A нүктесі арқылы түзулер жүргізіп, циркуль-өлшегіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен a, a_1 және b, b_1 қашықтықтарын өлшеп A нүктесінен X және Y координаталарын формула арқылы табамыз

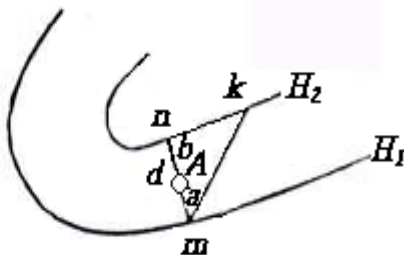
$$X_A = x_1 + \frac{\Delta x}{a+b} a = x_2 - \frac{\Delta x}{a+b} b, \quad (11)$$

$$Y_A = y_1 + \frac{\Delta y}{a_1+b_1} a_1 = y_2 - \frac{\Delta y}{a_1+b_1} b_1, \quad (12)$$

мұндағы $\Delta x = x_2 - x_1$; $\Delta y = y_2 - y_1$.



19-сурет



20-сурет

9.2. Топографиялық карта мен планнан нүктенің биіктік шамасын анықтау

Егер нүкте горизонталь үстінде жатса, онда оның биіктігі горизонтальдың биіктігіне тең (20-сурет). Егер нүкте горизонтальдардың арасында жатса, биіктіктері H_1 , H_2 және $H_A < H_2$, онда A нүктесі арқылы горизонтальдар арасында ең қысқа сызық жүргізіп және циркуль-өлшегіштің, масштабтық сызғыштың көмегімен d , a және b қашықтықтарын өлшей отырып, A нүктесінің биіктігін формуламен анықтайды

$$H_A = H_1 + \frac{h}{d} a = H_2 - \frac{h}{d} b \quad (13)$$

9.3. Құлдиламаның бағытын және шамасын анықтау.

Топографиялық планда mn сызығы mk сызығынан кіші, ал горизонтальдардың бір-бірінен тік арақашықтығы (жер бедерінің қима биіктігі) бірдей. Өйткені mn сызығының жазықтыққа сәулесі mk сызығына қарағанда құлдиламалы. Сондықтан екі көрші горизонтальдардың ең қысқа арақашықтықты тұсы, жер бетінің ең құлдиламалы жері болып есептеледі. Осы сызықтың бағыты құлдилама бағыты, ал көлбеулігі құлдиламаның шамасы.

9.4. Кесіндінің көлбеулігін анықтау.

Топографиялық планда A және B нүктелері берілген. Олардың арақа-шықтығы d -ға тең. Олардың биіктіктері H_A және H_B ретімен.

AB кесіндісінің көлбеулігін мына формула арқылы анықтаймыз

$$i_{AB} = \frac{H_B - H_A}{d}, \quad (14)$$

ал кері бағыттың, яғни BA бағытының көлбеулігі

$$i_{AB} = \frac{H_A - H_B}{d}. \quad (15)$$

9.5. Жазық арақашықтықты анықтау

Топографиялық планда A және B нүктелері берілген, олардың арақашық-тықтары белгісіз. AB арақашықтығын циркуль-өлшегіш және масштабтық сызғыштың көмегімен анықтаған жеңіл. Сонымен бірге AB арақашықтығын кері геодезиялық есеп арқылы да есептеуге болады. Ол үшін алдымен 11 және 12-формулар арқылы A және B нүктелерінің координаталарын анықтайды. Әрі қарай формула арқылы AB бағытының дирекциондық бұрышын табады.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (16)$$

Әрі қарай AB арақашықтығын анықтайды

$$d_{AB} = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha}. \quad (17)$$

Есептегіш машиналарда есептеуге төмендегі формула ыңғайлы

$$d = \Delta x \cdot \operatorname{sec} \alpha = \Delta y \cdot \operatorname{cosec}. \quad (18)$$

9.6. Горизонтальдар арқылы берілген бағыттың профилін салу

AB бағытының профилін салу керек (21-сурет). ab кесіндісін жүргізіп, оның үстіне горизонтальдармен AB бағытына дейінгі $I-II$, $II-III$, ..., ара-қашықтықтарын салады.

ав түзуінің үстінде пайда болған нүктелерден перпендикулярлар тұрғызады да, осы перпендикулярлар үстіне *I, II, III, ..., VII* нүктелерінің биіктіктерін салады. Перпендикулярлар үстінде нүктелерді сынық сызықтармен қосып, сол жердің *AB* бағытымен салынған профилін көреміз. Профильді салу үшін, тік масштабты жазық масштабтан 10 есе ірі етіп алады.

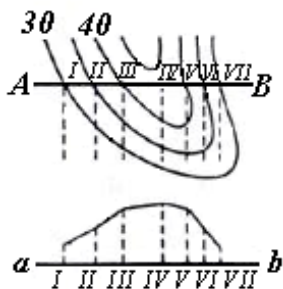
9.7. Берілген көлбеулікте кесіндіні салу

M нүктесінен *N* нүктесінің арасындағы белгілі бір тұсында, көлбеулігі i_0 - ден аспайтын төте сызық жүргізу керек. (22-сурет). 14-формуладан

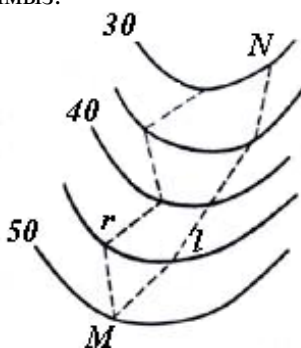
$$d = \frac{h}{i}, \quad (19)$$

мұндағы h -тың орнына горизонтальдармен берілген жер бедерінің қима биіктігін, ал i -дің орнына i_0 көлбеулігін қоямыз да, горизонтальдар арасындағы төте арақашықтықты табамыз, яғни ол i_0 көлбеулігіне дәл келеді.

Циркуль-өлшегіштің ашасымен планнан масштаб бойынша d арақашықтығын алып, осы радиуспен *M* нүктесінен келесі горизонтальмен қиылысқан жерін r және l нүктелерімен белгілейміз. Осы нүктелерден сол радиуспен келесі горизонтальды қисақ т.с.с, сонда есептің екі баламалы жауабын аламыз. *MN* бағытының көп бұрылысы жоқ, сондықтан оны іздеп отырған бағыт ретінде қабылдаймыз.



21-сурет



22-сурет

9.8. Топографиялық планнан алаң аумағын анықтау

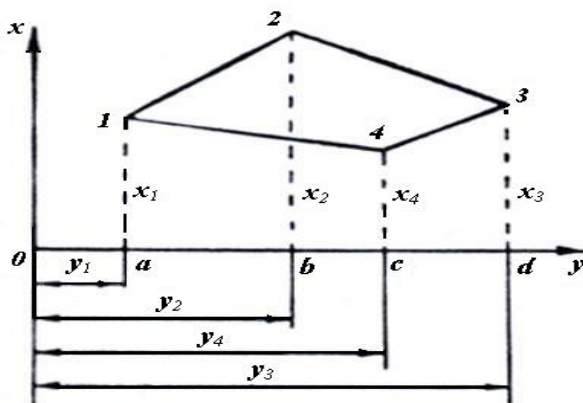
Топографиялық планда алаң аумағын аналитикалық, геометриялық немесе механикалық әдіспен анықтайды.

а) Аналитикалық әдіс (23-сурет). Топографиялық планда төртбұрыш берілген, ал 1, 2, 3, 4 оның төбелерінің координаталары. Кез-келген көп-бұрыштың аумағын төмендегі формуламен анықтайды

$$2S = \sum_i^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (20)$$

немесе

$$2S = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}). \quad (21)$$



23-сурет. Алаң аумағын өлшеу

Мұндай алаң аумағын анықтаудың дәлдігі, оның төбелерінің координаталарын табу дәлдігіне байланысты болады. Салыстыру үшін, бұрыш өлшеудің дәлдігі $\pm 1'$ (минут) және ұзындық өлшеудің дәлдігі 1:2000 қатынасындай, ал жоғарыдағы әдістің дәлдігі шамамен 1:1500 қатынасындай. Құрылыс алаңының аумағын өлшеудің мысалы 23-кестеде берілген, нәтижесінде 20 және 21-формулаларға сай құрылыс алаңының аумағы төмендегідей:

$$21144,6 : 2 = 10572,3 \text{ м}^2 = 1,057 \text{ га.}$$

ә) *Геометриялық әдіс*. Бұл әдіс планда берілген аланды бірнеше қарапайым геометриялық пішінге бөлуден тұрады. Сонда берілген алаңның аумағы оның ішіндегі бірнеше қарапайым пішін аумақтарының қосындысына тең. Бұл әдістің жеке түрлерінің бірі жылтыр қағазға салынған әр түрлі жолақ сызықтарды (палетка) қолдану болып есептеледі.

б) *Механикалық әдіс*. Бұл әдіс, арнаулы планиметр аспабын қолдануға негізделген. Планиметрмен алаңды өлшеудің екі түрлі жағдайын қарастырамыз:

Алаң аумағын есептеудің мысалы

3-кесте

Төбелерінің реті	Координаталары		Айырмашылықтары		Көбейтіндісі	
	X	Y	$Y_{i+1}-Y_{i-1}$	$X_{i-1}-X_{i+1}$	$X_i(Y_{i+1}-Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i-1}-X_{i+1})$
1	511.62	483.12	-125.34	+84.13	-64126.4508	+40644.8856
2	511.95	356.35	-127.81	-82.91	-65432.3296	-29644.9785
3	594.53	355.31	+125.34	-84.13	+74518.3902	-29892.2303
4	596.08	481.69	+127.81	+82.91	+76184.9848	+39936.9179
			$\Sigma+253.15$	+167.04	+150703.3750	+80581.8035
			$\Sigma-253.15$	-167.04	-129558.7803	-59437.2088
				Σ	+21144.5947	+21144.5947

1-жағдай. Планиметрдің полюсы ішкі (аумағы өлшенетін пішіннің ішінде) жағында орналасқан. Онда алаң аумағы төмендегі формуламен анықталады

$$S = c (I_n - I + Q), \quad (22)$$

мұндағы c – планиметрдің есеп алу механизмінің шкала бөліктерінің шамасы;

I_n – планиметрдің есептеу механизмінен берілген пішінді айналдыра жүргізгеннен кейін алынған есеп;

I – есеп алу механизмінен алынған бастапқы есеп;

Q – планиметрдің тұрақты саны.

2-жағдай. Планиметрдің полюсы, берілген аумағы өлшенбекші пішіннің сыртында орналасқан. Бұл жағдайда алаң аумағы төменгі формуламен есептеледі

$$S = c (I_n - I). \quad (23)$$

Планиметрдің есеп алу механизмінің шкалы бөліктерінің шамасын (бағасын) анықтау үшін, берілген масштабта шаршы сызады, егер жер бетінде шаршының аумағы $10\,000\text{ м}^2$, ал $I_n = 15$ және $I = 215$ болса, онда

$$c = \frac{10000}{215 - 15} = 50\text{ м}^2.$$

Планиметрдің тұрақты санын Q анықтау үшін, планиметр полюсін сыртына шығарып, пішінді айналдыра өлшеп, есеп айырмашылықтарын табады (ΔI). Содан кейін планиметр полюсін ішіне алып, екінші есептер айырмашылықтарын табады ($\Delta I'$). Сонда $Q = \Delta I - \Delta I'$.

9.9. Тік жазықтықта тегістеу жүргізу кезіндегі есептер

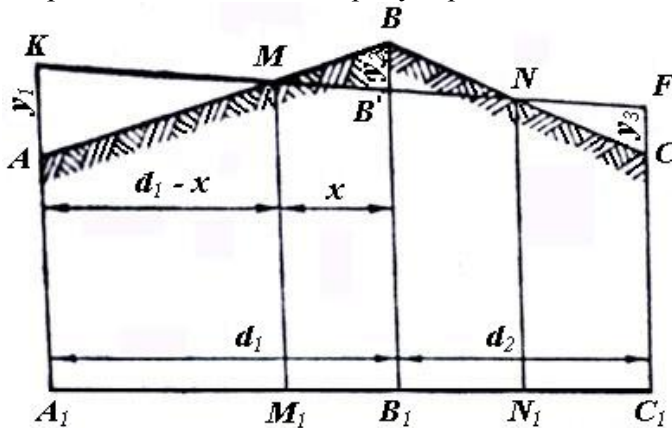
9.9.1. Профиль үстіне жобалық сызықты құру және оның есептеулері.

Жобалық (қызыл) сызықты құру кезінде берілген шекті көлбеулік шамасын, жобалық сызық өтетін бастапқы және соңғы нүктелердің нақтылы биіктіктерін және осы құрылыстың жобалау техникалық шарттарын еске ала отырып, іске кіріседі. Бастапқы және соңғы нүктелер деп, мысалы техникалық есептермен анықталған осы құрылыстың бас нүктелерімен байланысқан тұстарын айтады.

Егер ABC ұзына бойлық профилінің бір бөлігінің жобалық сызығы EF $E(H_E)$ “бастапқы” нүктесінің биіктігімен және i_1 көлбеулігімен анықталатын болса, ал B' және F нүктелерінің жобалық биіктіктері формуламен анықталады

$$\left. \begin{aligned} H'_B &= H_E + d_1 i_1, \\ H_F &= H_E + (d_1 + d_2) i_1 = H'_B + d_2 i_1. \end{aligned} \right\}$$

Осы формулалармен трассаның барлық қызыл (жобалық) биіктіктерін есептейді, мұнда көлбеуліктің (i_1) теріс (-) мәнді болуы мүмкін екенін естен шығармау керек.



24-сурет. Ұзына бойлық профильдің бір бөлігі

Ординатаның үстінде жатқан нүктелердің қызыл және қара есептерінің айырмасы *жұмыстық биіктіктер* - деп аталады. Мысалы,

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= H_E = H_A, \\ Y_2 &= H'_B = H_B. \end{aligned} \right\}$$

Жұмыстық биіктіктер сол тұста жер қыртысын үю биіктігін немесе қазу тереңдігін көрсетеді, яғни өзіне тән ординатаның егер үю болса үстіне, ал қазу болса астына жазады.

Профиль мен жобалық сызықтың қиылысқан M және N нүктелерін *нөлдік нүктелер* деп атайды. Бұл нүктелерді жер бетіне көшіру үшін, жақын маңда орналасқан бекеттік нүктеге дейінгі арақашықтықты формуламен есептейді

$$x = \frac{y}{y_1 + y_2} \cdot d \quad (26)$$

Нөлдік жұмыс нүктесімен жақын бекеттік нүктеге дейінгі арақашықтықты, осы нүктелердің ординаттарының екі жағына бүтін метрмен жазады.

9.9.2. Жазық және көлбеу алаңдарды жобалау

Елді мекендерді және өндіріс мекемелерін салу және өркендету кезінде жер бедерін өзгерту керек болады. Мұндай жер бедерін өзгерту тік жазықтықта тегістеу деп аталады. Тік жазықтықта тегістеуді шаршылық нивелирлеу берілімдері арқылы атқарудың бірнеше жолдары бар.

1-жағдай. Жобалық биіктігі H_0 жазық алаңды жобалау керек екен дейік. Шаршының әр төбесі үшін, жұмыстық биіктіктерді формула арқылы табады

$$h_i = H_i - H_0 \quad (27)$$

мұндағы H_i - шаршының i -ші төбесінің “қара” биіктігі;

Егер шаршының барлық төбелерінің биіктіктерінің таңбалары бірдей болса, онда үю немесе қазу жұмыстарының көлемі (v) формуламен анықталады

$$v = 0.25 l^2 (h_1 + h_2 + h_3 + h_4), \quad (28)$$

мұндағы l – шаршының қабырғасының ұзындығы.

Төбелерінің жұмыстық биіктіктері әр түрлі таңбалы нивелирлік тордың шаршыларын *ауыспалы шаршылар* деп атайды. Ауыспалы шаршылардағы жұмыс аумақтарын әр түрлі қарапайым пішіндерге бөледі, көбінесе оларды үшбұрыштарға бөледі. Сонда үшбұрыш ішіндегі үю немесе қазу жұмысының көлемі төмендегі формуламен есептеледі

$$v = \frac{1}{3} F(h_1 + h_2 + h_3), \quad (29)$$

мұндағы F – үшбұрыштың аумағы.

2-жағдай. Қазу және үю жұмыстарының көлемі бірдей алаңды жобалау керек екен дейік. Онда мұндай жазық алаңның қызыл биіктіктері төмендегі формуламен есептеледі

$$H_0 = H + \frac{v_1}{F_1} \quad , \quad (30)$$

мұндағы v_1 – биіктігі H жазық жазықтықтың үстінде орналасқан, жобаланбақшы аймақтың ішіндегі жұмыс көлемі;

F_1 – жобаланушы аймақтың көлемі.

H биіктігі ретінде әдетте, жобаланбақшы аймақтың «қара» биіктіктерінің ең кіші мәні алынады. Мысалы, (25-суреттегі) құрылыс алаңы үшін $H = 118,05$ м.

v_1 көлемін 1-жағдайдағы формуламен есептеуге болады. Бірақ, төмендегі формуланы қолданған ыңғайлырақ

$$v_1 = 0.25 l^2 (\sum h_1 + \sum h_2 + \sum h_3 + \sum h_4) \quad , \quad (31)$$

мұндағы $\sum h_1$ – басқа шаршылармен ортақ төбелері жоқ, шаршылар төбелерінің шартты биіктіктерінің қосындысы,

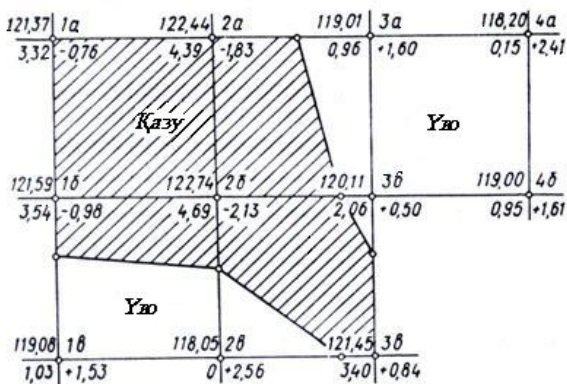
$\sum h_2$ – екі шаршы үшін, жоғарыда айтқандай,

$\sum h_3$ – үш шаршы үшін, жоғарыда айтқандай,

$\sum h_4$ – төрт шаршы үшін, жоғарыда айтқандай.

Шаршының әр төбесінің шартты биіктігі төмендегі формуламен анықталады

$$h = H_{\text{қара}} - H \quad . \quad (32)$$



25-сурет. Жазық алаңды жобалау

Үю және қазу жұмыстарының баланстық шартын еске ала отырып, жазық алаңды жобалау көрсетілген (25-суретте).

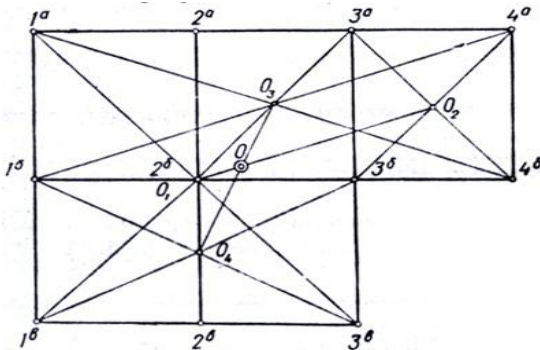
3-жағдай. Көлбеу алаңды жобалау керек, кейбір төбелерінің қызыл биіктіктері H_0 -мен, α бағытымен (дирекциондық бұрышы) және ең үлкен көлбеулігі i -мен берілген. Бұл үшін x және y остері арқылы шаршы торларының көлбеуліктері i_x және i_y анықталады

$$\left. \begin{aligned} i_x &= i_0 \\ i_y &= i_0 \sin \alpha. \end{aligned} \right\}$$

Егер шаршының қабырғалары l тең болса, онда шаршы қабырғаларының өсімшелерін төмендегі формуламен анықтайды

$$\left. \begin{aligned} h_x &= l i_x, \\ h_y &= l i_y. \end{aligned} \right\}$$

Келесі шаршы төбелерінің қызыл биіктіктерін, алдыңғы қызыл биіктік-тердің соларға сәйкес өсімшелерін олардың алгебралық қосындылары ретінде табады.



26-сурет. Алаңның салмақ түсегін ортасын анықтау

4-жағдай. Үю және қазу жұмыстарының көлемі тең, көлбеу алаңды жобалау керек екен дейік. Бұл жағдайда жобаланбақшы көлбеу алаңның салмақ түсу ортасының қызыл биіктігін (H_0) 30-формуламен есептейді, ал қалған есептерді 3-жағдайдағы ретпен орындайды.

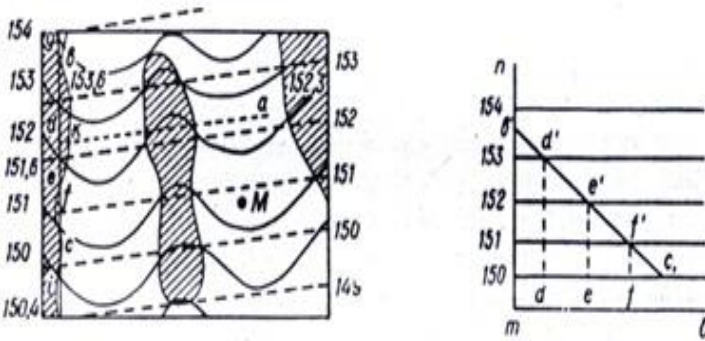
Жобаланбақшы аймақтың салмақ түсу ортасын аналитикалық немесе графикалық жолмен анықтайды (26-сурет). $1a-3a-3в-1в$ және $3a-4a-4б-3б$ пішіндерінің O_1 және O_2 ортасын табады, әрі қарай $1a-4a-1б-4б$ және $1б-3б-1в-3в$ пішіндерінің O_3 және O_4 салмақ түсу орталарын табады. O салмақ түсу ортасы, ол O_1 O_2 және O_3 O_4 түзулерінің қиылысқан тұсы.

9.9.3. Горизонтальдар арқылы жер бетін тегістеу

Топографиялық планда биіктігі H жазық алаңды жобалау керек екен дейік. Бұл алаң сол жердің жер бедерін H горизонталының бойымен қиып өтеді. Бұл горизонтальді жүргізу үшін, план бетінде жіктеу (интерполирование) арқылы бірнеше нүктелерді $H_1 < H < H_2$ горизонтальдары арасынан табу керек. Мұндай горизонталь нольдік жұмыс сызығына дәл келеді. Басқа қалған жерлерде үю немесе қазу жұмыстарын жүргізу керек.

Көлбеу алаңды жобалау есептерін шығару бұдан гөрі күрделірек.

Биіктіктері 152,3; 153,6 және 150,4 м (27-сурет) a , $в$ және c нүктелері арқылы өтетін көлбеу жазықтықты жобалау керек. Мұндай жазықтықтың горизонтальдары бір-бірінен бірдей қашықтықтағы параллель сызықтардан тұрады. Ол үшін қағазға lm және mn екі перпендикулярларын тұрғызады және t нүктесінен төрт рет lm сызығының бойымен ұзындықтары бірдей, lm сызығына параллель сызықтар жүргізеді. Профиль үстінде осы сызықтарды горизонтальдар қимасы 150, 150, 152, 153 және 154 метрлік сызықтар ретінде қабылдайды. mn сызығының үстіндегі c және $в$ нүктелерінің биіктіктері арқылы оларға сәйкес $в_1$ және $в'$ нүктелерін табады. Планнан $вс$ арақашықтығын өлшеп алып, оны $в_1$ нүктесінен lm сызығына параллель жүргізеді де c_1 нүктесін табады.



27-сурет

c_1 және e' нүктелерін түзу сызықпен қосып, f , e' , d' нүктелерін табады да, оларды v_1 c_1 сызығына сәулелейді. Тапқан f , e , d нүктелерін планға ауыстырады. Осы нүктелер арқылы жобаланбақшы жазықтықтың горизонт-талыдары өту керек. Горизонтальдардың бағытын анықтау үшін, bc сызығының үстінен k нүктесін табады, оның биіктігі a нүктесінің биіктігімен бірдей болуы керек (152,3 м).

a және k нүктелерін қосып, жобаланбақшы жазықтықтың горизонталь-дарына параллель сызықты табады, ал d , e және f нүктелері арқылы өтетін, оған параллель сызықтар, жобаланбақшы жазықтың горизонтальдары болып есептеледі. b және c нүктелерінің арғы жағындағы горизонтальдарды табу үшін, d және f нүктелерінен oc сызығын жалғастырып, үстіне de кесіндісін салады. Үстінен жобалық жазықтықтың горизонтальдары өтетін g және i нүктелерін табады. Әрі қарай жобалық жазықтықтың горизонтальдарымен, жер бетінің сол горизонтальдармен биіктіктері бірдей қиылысқан нүктелерін бір-бірімен қосып, нольдік жұмыс сызығын табамыз. Суреттегі штрихпен сызылған аудан “үю”, ал басқа ашық жерлері “қазу” жұмыстарын атқаратын тұстарына жатады.

Үю және қазу жұмыстарын пландағы графикалық жолмен кескіндеу, атқарылатын жұмыстардың *картограммасы* деп аталады.

9.10. Жобалық берілімдерді жер бетіне түсірудің (көшіру) дайындық жұмыстары

Жобаланбақшы ғимараттардың, құрылыстардың жеке нүктелерінің жер бетіндегі пландық және биіктік шамаларын анықтаудың берілімдері *орналасу элементтері* деп аталады. Оларға арақашықтықтар, бұрыштық өлшемдер және нүктелердің биіктіктері жатады.

Жобадан жер бетіне ғимараттар мен құрылыстардың нүктелерін түсіру үшін, орналасу элементтерінің шамаларын анықтаудың бірнеше әдістері бар.

9.10.1. Полярлық координаталар әдісі.

12 және 13 нүктелер геодезиялық тірек торының қосыны болып есептеледі (28-сурет).

Жобадағы құрылыстың *A* нүктесін 12-13 сызықтан полярлық әдіспен жер бетіне түсіріп, белгілеу керек. Бұл жағдайда орналасу элементтері болып, β_1 , β_2 және d_1 , d_2 арақашықтықтары есептеледі. Мұнда β_2 бұрышы және d_2 арақашықтығы тексеру үшін қажет.

$$\beta_1 = 360^\circ - (\alpha_{12.13} - \alpha_{12..A}), \quad (35)$$

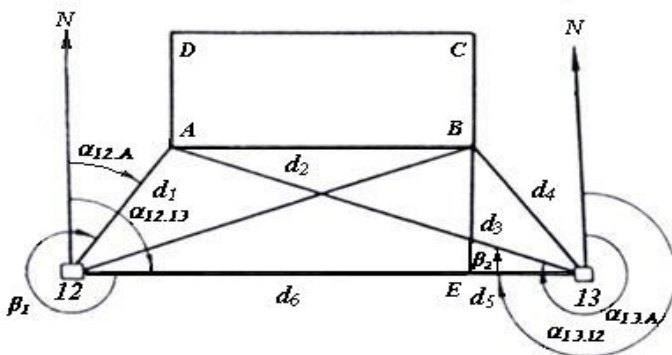
$$\beta_2 = \alpha_{13.A} - \alpha_{13.12}, \quad (36)$$

мұндағы $\alpha_{12.13}$ – 12-13 қабырғасының дирекциондық бұрышы, $\alpha_{12.A}$ – 12-A қабырғасының дирекциондық бұрышы.

X_{12} , Y_{12} , X_{13} , Y_{13} және $\alpha_{12.13}$ дирекциондық бұрышын қосындардың координаталар каталогынан алуға болады. X_A және Y_A координаталарын Бас планнан графикалық жолмен анықтап, кері геодезиялық есеп формуласын пайдаланып d_1 , $d_{12.A}$ және β_2 бұрышын табады. 16 және 17-формуларды пайдаланып,

$$\operatorname{tg} \alpha_{12.A} = \frac{Y_A - Y_{12}}{X_A - X_{12}}, \quad (37)$$

$$d_1 = \frac{X_A - X_{12}}{\cos \alpha_{12.A}} = \frac{Y_A - Y_{12}}{\sin \alpha_{12.A}}. \quad (38)$$



28-сурет. Орналасу элементтерін анықтау

осыған ұқсас d_1 , $d_{13,A}$ шамаларын анықтайды.

9.10.2. Тік координаталар әдісі

Жобадағы B нүктесін жер бетіне түсіру үшін, бастапқы берілімдерін дайындау керек (28-сурет). Ол үшін B нүктесінен $12-13$ сызығына перпендикуляр түсіреді. Әрі қарай E және B нүктелерінің координаталарын анықтайды. Кері геодезия есебін шығара отырып, d_3 , d_4 , d_5 және d_6 арақашықтықтарын ретімен анықтайды. d_3 , d_6 арақашықтықтары жер бетінде орналастыру кезінде тексеру үшін қажет.

Жер бетіне құрылыстардың нүктелерін түсірудің, орналастыру шамаларын анықтаудың *қиылыстыру әдісі* координаталар әдісінің бір түріне жатады.

9.11. Жобаны жер бетіне түсіру әдістері

Жобаланған ғимараттар мен құрылыстарды жер бетіне түсіру, яғни осы нысандарды салу кезінде, олардың басқа да бөліктерінің жағдайын анықтауға болатын белгілі нүктелерінің және остерінің жер бетіндегі орындарын көрсету, белгілеу болып табылады.

Ғимараттар мен құрылыстарды планда орналастыру келесі әдістермен атқарылады: тік бұрышты координаталар; тік бұрышты қиылыстыру; сызықтық қиылыстыру; қатарлы қиылыстыру; микротриангуляция; полигонометрия (жобалық полигон әдісі).

Жер бетіне ғимараттар мен құрылыстарды жобалық планнан жер бетіне көшіруде қолданылатын әдістерді таңдау үшін, олардың қандай жерге орналасатындығына, өлшемдері қандай және не үшін керек, орналастыру дәлдігі қандай болуы керек, құрылысты қалай ұйымдастырады және оны қандай әдістермен салады, онда қандай геодезиялық аспаптар, құрал-жабдықтар бар және сол сияқты басқа да факторларға қарап жоспарлайды.

9.11.1. Жер бетінде берілген шамада бұрыштық өлшемді құру

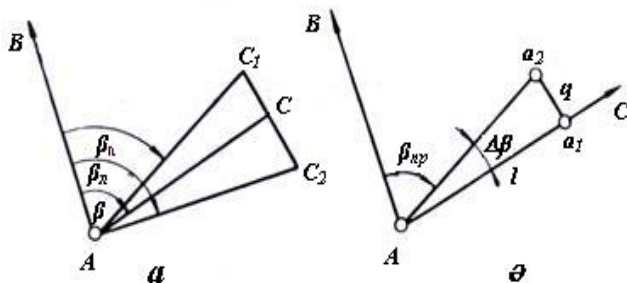
Жазық бұрышты жобалық планнан жер бетіне ауыстыру үшін, оның төбесінің және бір қабырғасының шамалары беріледі. Яғни атқарылатын жұмыс - ол бұрыштың екінші қабырғасының орналасу бағытын табу. Бұрышты жер бетіне көшірудің екі әдісін қарастырамыз.

1-әдіс (29-сурет). *A* нүктесінің үстіне теодолитті орнатып, қалыпты жағдайға келтіреді және дүрбісін *B* нүктесіне бағыттайды. Лимбтің бекітілген жағдайында алидаданы босатып, берілген бұрышты салады және жер бетінде осы бағыт бойына екінші қабырғасын белгілейді (мысалы AC_1). Кейбір аспаптық қателерді жою үшін, бұрышты жер бетіне түсіруді дүрбінің екі жағдайында (*ДО* және *ДС*) құрады. Нәтижесінде жер бетінде екі бағыт пайда болады (AC_1 және AC_2). Бұрыштың жер бетіне түсірілген екінші қабырғасы ретінде, бұрышқа қарсы жатқан қабырғаға түсірілген биссектриса - *AC* қабырғасы алынады. Мұндай әдісті бұрышты түсірудің үлкен дәлдігі керек болмағанда пайдаланады.

2-әдіс. Бұл әдісті кейде *жоғарғы дәлдікті әдіс* деп атайды (29ә-сурет). Алдымен берілген бұрышты дүрбінің бір жағдайында салады, ал содан кейін салынған бұрышты қайталау

немесе айналдыру әдісімен өлшейді, сонда салынбақшы бұрыштың шамасы, өлшенген бұрышпен жобалық бұрыштың айырмасына тең болады

$$\beta = \beta_{\text{өліш.}} - \beta_{\text{жоба.}} \quad (39)$$



29-сурет. Жер бетіне жазық бұрыштарды түсіру

Егер AC бағытының үстіне алдын ала a_1 нүктесін бекітсек, онда ауысу шамасы (q) формуламен анықталады

$$q = l \frac{\Delta\beta}{\rho} \quad (40)$$

AC перпендикулярларының үстіне q шамасын салатын болсақ, онда a_0 нүктесі пайда болады. Осы нүктенің үстімен өтетін қабырға, іздеп отырған β бұрышының екінші қабырғасы болып есептеледі.

9.11.2. Жер бетіне берілген кесіндіні салу

Жер бетіне кесіндіні түсіру екі амалдан тұрады. Алдымен жер бетінде белгіленген бағыт үстіне кесінді ұзындығын жобамен салады және де өлшенген және берілген кесінділердің айырмасын түсіреді. Бұл жұмыстарды атқару кезінде қолданылатын аспаптарды, сонымен бірге өлшеу әдістерін осы жұмыстардың берілген дәлдігіне қарап таңдайды.

Жер бетіне кесіндіні түсіруден бұрын, берілген L_0 кесіндісінің шамасына тең L ұзындығын есептеп, оны жер бетіне түсіру керек. Ол үшін, үстіне іздеп отырған сызықты салатын

тұстағы жер бетінің профилін көзге елестете алу керек. Берілген бағыт бойынша профильді топографиялық планнан салуға болады немесе геометриялық, тригонометриялық нивелирлеу әдістерінің бірімен анықтап тексереді. Егер жер беті бірдей құлдилаамалы болса, онда ауыстырылмақшы кесінді ұзындығы формуладан алынады

$$L = \frac{L_0}{\cos v} \quad (41)$$

немесе

$$L = \sqrt{L_0^2 + h^2} \quad , \quad (42)$$

v – құлдилааманың көлбеулігі,

h – кесіндінің бір басының екіншісінен биіктік өсімшесі алынады

$$\Delta v = L_0(\sec v - 1) \quad . \quad (43)$$

Іздеп отырған L ұзындығын іс жүзінде L_0 шамасына қосатын Δv түзетуін есептеп тапқан дұрыс. Мұндай түзету төмендегі формуладан көрінеді

$$\Delta v = \frac{h^2}{2L_0} \quad . \quad (44)$$

L ұзындығын салмас бұрын оны сол бағытпен созады да, үстінен кесіндіні тура бағытпен, өлшеп жер бетіне түсіреді. Өлшегіш таспаны ұзындық бағытымен созу қатесі формуламен есептеледі

$$a \leq \sqrt{\frac{\Delta l}{2}} \quad , \quad (45)$$

мұндағы l - өлшегіш аспаптың ұзындығы;

Δ - жүйелі түрде әсер етуші шамалардың орташа шаршылық қатесі, яғни оны тура бағыттау, аспапты керу, дұрыс созбау, желдің әсері, ауаның қызуы т.с.с.. $\Delta = 0,4$ мм және $l = 2$ мм болғанда $a = 7$ см.

Кесіндіні жер бетіне түсіруде, тек қана компараторда тексерілген ұзындық өлшегіш таспаларды қолданады. Ұзындық

өлшегіш аспаптарды теңестіру және оның қандай температурада тексерілгені, ұзындығы және оны керу күшінің шамасы оның төл құжатында көрсетіледі.

Өлшегіш аспаптың нағыз ұзындығы L ылғида, оның номиналы N ұзындығынан өзгеше болады, сондықтан берілген L кесіндісіне компараторда тексеру нәтижесінің түзетуін енгізу керек

$$\Delta k = \frac{L}{N} \cdot \Delta l, \quad (46)$$

мұндағы $\Delta l = l - N$. (47)

Теңдеуде берілген өлшеу аспабының ұзындығы, компараторда тексеру кезінде температурада өлшенген ұзындығына тең. Сондықтан өлшеу нәтижесіне ауа қызуы үшін түзету енгізу керек. Бұл түзетуді формуламен анықтайды

$$\Delta t = \alpha L (t - t_0) \quad (48)$$

мұндағы α – таспа жасалған металдың сызықтық ұлғаю коэффициенті,

L – таспаның ұзындығы,

t – жер бетін өлшеу кезіндегі ауа қызуы,

t_0 – компараторда тексеру кезіндегі ауа қызуы.

Сонда жер бетіне ауыстырылған кесіндінің ұзындығы төмендегідей болады

$$L = L_0 + \Delta L, \quad (49)$$

мұндағы $\Delta L = \Delta v + \Delta k + \Delta t$. (50)

Жер бетінде ұзындықты өлшеу кезінде, таспа компараторда қандай күшпен керілді, сондай күшпен жер бетінде керу керек.

9.12. Жер бетіне берілген биіктікті және көлбеулікті түсіру

9.12.1. Берілген биіктікті жер бетіне ауыстыру (түсіру)

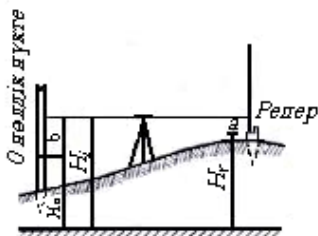
Көбінесе жер бетіне жобалық биіктіктерді нивелир аспабы және екі рейканың көмегімен түсіреді. Егер O нүктесінің H_0 -биіктігі (30-сурет), H_r - геодезиялық негіз қосынының биіктігі, репер мен O нүктесінің арасына нивелирді орнатып, қалыпты

жағдайға келтіріп, репер үстіне қойылған рейкадан a есебін алсақ, онда суреттен көрініп тұрғандай O нүктесінің үстіне қойылған рейкадан алынған есеп тең болады.

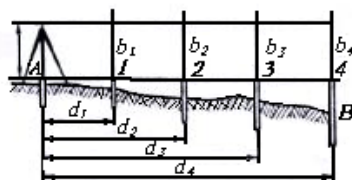
$$b = H_r + a - H_0, \text{ бірақ } H_r + a = H_i \quad (51)$$

болғандықтан (*аспап деңгейі*), оны былай өрнектейді

$$b = H_r - H_0 . \quad (52)$$



30-сурет
Берілген биіктікті жер бетіне түсіру



31-сурет
Берілген кесіндіні жер бетіне түсіру

O нүктесінің үстіндегі уақытша белгіні, тік жазықтықта рейкадағы есеп b –ға тең болғанша көтереді.

Жер бетіне биіктікті түсіруді тексеру үшін, рейканың екі жағынан да есеп алады немесе нивелирдің аспап деңгейінің екі жағдайында орындайды.

9.12.2. Берілген көлбеулікті жер бетіне түсіру

Берілген көлбеулікті жер бетіне түсірудің ең оңай жолы нивелирдің және рейканың көмегімен іске асыру. Жер бетінде A нүктесі берілген, биіктігі H_A . Жер бетінде i_0 көлбеулікті кесінді салуымыз керек.

A нүктесінің үстіне нивелир орнатып, қалыпты жағдайға келтірген соң, нүкте үстіне қағылған қазықшадан бастап аспап биіктігін (i) өлшейді. d_1 арақашықтығы, i_0 көлбеулігі арқылы

табылған i нүктесінің биіктігін төмендегі формуламен есептеп табуға болады

$$H_i = H_1 + i_0 d_1. \quad (53)$$

Басқа жағынан қарағанда, i -нүктеге қойылған рейкадан алынған b_1 есебін формуламен есептеп табуға болады

$$b_1 = H_i - H_1 \quad (54)$$

бірақ $H_i = H_A + i. \quad (44)$

54-формуладағы H_i -дің орнына 55-формуладағы мәнін, ал H_1 орнына 53-формула мәнін қойып төмендегідей теңдеуді алуға болады

$$b_1 = i - i_0 d_2, \quad (56)$$

яғни, 2, 3, 4, ..., нүктелердегі рейкадан алынған есептермен, оларға сәйкес кесіндінің i_0 көлбеуліктерін пайдаланып, (56-формуламен) былай өрнектеуге болады

$$\left. \begin{aligned} b_2 &= i - i_0 d_2, \\ b_3 &= i - i_0 d_3, \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

Ретімен 1, 2, 3, ..., нүктелердің үстіне қойылған рейканы тік жазықтықта көтере отырып, b_1, b_2, b_3, \dots , есептеріне келгенде тоқтатады. Сонда осы нүктелер арқылы өтетін кесіндінің көлбеулігі, берілген көлбеулік шамасына тең.

9.13. Ғимараттар мен құрылыстардың жобадағы остерін жер бетіне түсіру және оларды бекіту

Ғимараттар мен құрылыстардың пландағы жобалық остерін жер бетіне түсіру әр түрлі әдістермен атқарылады. Қандай әдісті таңдап алу керек, ол құрылыстың немесе ғимараттың қандай жерге орналасуына, өлшеміне, пішініне, орындау дәлдігіне, пландық тірек қосындарының қашықтығына және қолдағы бар геодезиялық аспаптардың түріне т.с.с. байланысты болады.

9.13.1. Полярлық координаталар әдісі.

Бұл әдісті атқарылмақшы жұмыс орнының жазықтығына және арақашықтықтарды тірек қосындарынан ғимараттар мен құрлысқа дейін өлшеуге жақсы мүмкіншіліктер болса пайдаланады.

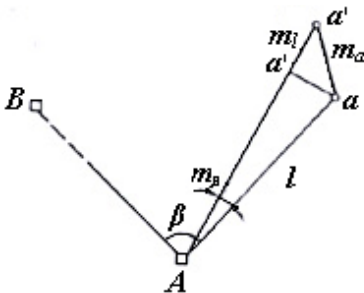
Пландағы нүктенің және жақын маңдағы геодезиялық негіз қосынынан бағытталған бұрыштың орнын жер бетінен табу, белгілеу керек.

A нүктесіндегі β бұрышын жер бетіне теодолитпен түсіреді, l кесіндісін ұзындық өлшегіш жабдықтармен салады (32-сурет).

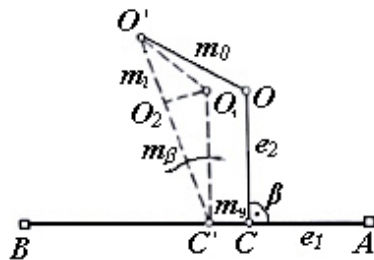
a нүктесін орналастыру дәлдігі, тірек торларының A және B қосын-дарының дәлдігіне, ал β бұрышын және l кесіндісін салу, оларды өлшеу қателеріне байланысты болады.

a нүктесінің орналасу дәлдігін β бұрышын және l салудың сапасына қарап анықтайық. m_β арқылы β бұрышын салудың орташа шаршылық қатесін, ал m_l арқылы l ұзындығын өлшеудің орташа шаршылық қатесін белгілейік. Сонда m_β қатесіне m_l орташа шаршылық қатесі тең болады:

$$m'_l = \frac{l}{\rho} m_\beta \quad (58)$$



32-сурет. Полярлық координат әдісі



33-сурет. Тік бұрышты координат әдісі

m_l және m_β кателеріне байланысты a нүктесінің орналасуының орташа шаршылық қатесі $m_a = \sqrt{m_l^2 + (m_l')^2}$,

$$\left. \begin{aligned} m_l &= \frac{l}{\rho} m_\beta = m, \\ \text{сонда } m_a &= m\sqrt{2}. \end{aligned} \right\}$$

Нәтижесінде $\frac{l}{\rho} m_\beta \leq \frac{m_a}{\sqrt{2}}$ және $m_l \leq \frac{m_a}{\sqrt{2}}$. (61)

Егер $m_a - 2$ см және $m_l - 60$ м болса, онда формуламен

$$\frac{l}{\rho} m_\beta \leq 1.4 \text{ см} \quad \text{және} \quad m_l \leq 1.4 \text{ см},$$

дұрысы $m_\beta \leq 48''$.

9.13.2. Тік бұрышты координаталар әдісі

Бұл әдістің басты нүктелері жер бетіне түсірілмекші құрылыстар мен ғимараттар, геодезиялық тірек негіздерінің қосындарының маңайында орналасқан жағдайда пайдаланады. Әдістің мағынасы мынада, AB бағытының бойымен I_1 кесіндісін (абсцисса бойымен), ал содан пайда болған C нүктесінен перпендикуляр (ордината бойымен) түсіреді, ұзындығы- l_2 .

Егер m_x – абсцисса бойымен l_1 кесіндісін салудың орташа шаршылық қатесі, m_y – ордината бойымен l_2 кесіндісін салудың орташа шаршылық қатесі және m_β – жер бетіне түсірілетін бұрыштың орташа шаршылық қатесі болса, онда O нүктесінің орналасуының орташа шаршылық қатесі төмендегі формуламен өрнектеледі

$$m_O = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + \frac{l_2^2}{\rho^2} m_\beta^2}. \quad (62)$$

Кателердің бірдей әсер ету қағидасын еске ала отырып

төмендегідей жазамыз $m_x = m_y = \frac{l_2}{\rho} m_\beta = m$, яғни

$$m_O = m\sqrt{3}, \quad (63)$$

онда $m_x \leq \frac{m_0}{\sqrt{3}}, m_y = \frac{m_0}{\sqrt{3}}, \frac{l_2}{\rho} m_\beta \leq \frac{m_0}{\sqrt{3}}.$ (64)

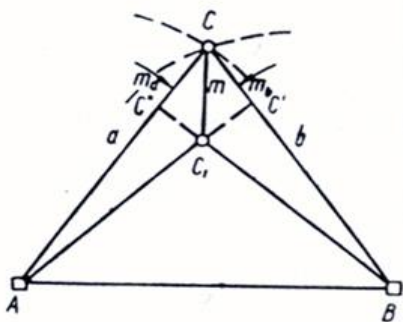
Мысалы $m_0 \leq 1.2 \text{ см}; m_x \leq 1,2 \text{ см}; \frac{l^2}{\rho} m_\beta \leq 1.2 \text{ см}$

m_β үшін табатынымыз $m_\beta \leq 1.2 \frac{\rho}{l_2} = 4'$, мұндай дәлдікті

экерді пайдаланғанда қол жеткізуге болады.

9.13.3. Түзу бұрыштық бақылау әдісі

Бұл әдіс жобаланбақшы ғимараттар мен құрылыстар тірек торларының қосындарынан алыс арақашықтықтарды бірден өлшеу қиын болған жағдайда пайдаланады. Әдістің мағынасы мынада, жер бетіндегі C нүктесінің орналасу жағдайы α және β бұрыштарын, ретімен AB және BA бағыттарынан өлшеп салудан тұрады.



34-сурет

C нүктесінің орнын анықтаудың дәлдігі α және β бұрыштарын өлшеп салудың қателеріне байланысты болады (34-сурет).

Егер m_a C нүктесінің орнын табуда α бұрышын салудың қатесі болса, онда m_1 C нүктесінің орнын табудың орташа шаршылық қатесі; m_β C нүктесінің орнын табу үшін β

бұрышын салудың қатесі болса, онда m_2 C нүктесінің орнын табудың орташа шаршылық қатесі, ал C нүктесінен A және B қосындарына дейінгі қашықтықтар, a және b (ретімен). Сонда, бір бұрыштық бақылау әдісімен C нүктесінің орнын табудың орташа шаршылық қатесі тең болады:

$$m_c = \frac{m}{\rho \sin \gamma} \sqrt{a+b}, \quad (65)$$

мұндағы $m = m_\alpha = m_\beta$, $\gamma = 180^\circ - (a+b)$.

Егер бақыланған C нүктесінде бұрыш 90° – қа тең болса, онда 53-формуланың түрі өзгереді

$$m_c = \frac{m}{\rho} \sqrt{a+b}. \quad (66)$$

Осы әдіспен нүктелерді жер бетіне түсіру кезінде бақыланбақшы бұрыштың шамасы 30 градустан аз, 150 градустан көп болмағанын қадағалаған жөн. Ең дәл бақылау $\gamma = 109^\circ 30'$ болған жағдайда өтеді.

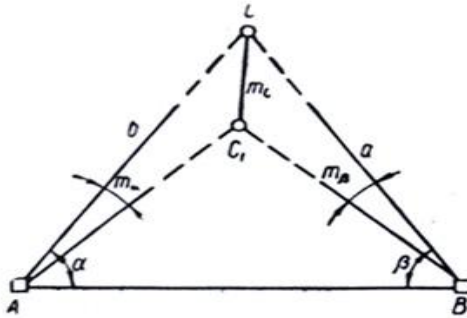
9.13.4 СЫЗЫҚТЫҚ ҚИЙЛЫСТЫРУ ӘДІСІ.

Бұл әдіс геодезиялық тірек негіздерінің қосындарына жақын маңдағы тегіс жерлерде атқарылатын, ең көп таралған әдістердің бірі. Оның мәні, жер бетіне түсірілетін C нүктесінің орны (35-сурет) доғаның a және b радиустарының қиылысуымен, яғни радиус A және B нүктелерінен жүргізіліп табылады.

C нүктесінен геодезиялық негіз қосындарының A және B нүктелеріне дейінгі a және b арақашықтықтары өлшегіш жабдықтың ұзындығынан аспауы керек. A және B нүктелеріне қарағандағы C нүктесінің орнын жер бетінен тауып белгілеудің қатесі (m_c) формуламен табылады

$$m_c = \frac{m_l}{\sin \gamma} \sqrt{2}, \quad (67)$$

мұндағы $m_l = m_a = m_b$ - a және b арақашықтықтарын өлшеудің орташа шаршылық қатесі; γ - C нүктесіндегі қиылыстырылмақшы бұрыш.



35-сурет.

9.13.5. Ұзына бойлық қиылыстыру әдісі.

Ұзына бойлық қиылыстыру әдісінде жобалық нүктенің орнын жер бетіне екі сызықты бағыттап, олардың қиылысу нүктесі ретінде табады (36-сурет). Тірек қосындарының орналасуына байланысты, ұзына бойлық қиылыстыру әдісінің бірнеше тәсімін келтіруге болады. Бұл әдісті өндіріс цехтарын, азаматтық құрылысты, көпірлерді, плотиналарды салу кезінде кеңінен пайдаланады.

Соңғы нүктенің координаталары арқылы ұзына бойлық қиылыстыру теңдеуін төмендегідей өрнектеуге болады

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} ; \quad (68)$$

$$\frac{x - x_3}{x_4 - x_3} = \frac{y - y_3}{y_4 - y_3} , \quad (69)$$

мұндағы $x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; x_4, y_4$ -1-2 және 3-4 қиылыспақшы екі түзудің соңғы нүктелерінің координаталары.

Ұзына бойлық қиылыстыру әдісімен анықталмақшы нүктенің орнын табудың орташа шаршылық қатесі формуламен есептеледі

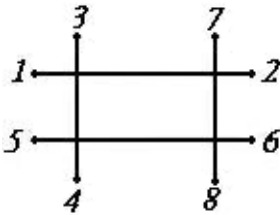
$$M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}, \quad (70)$$

мұндағы

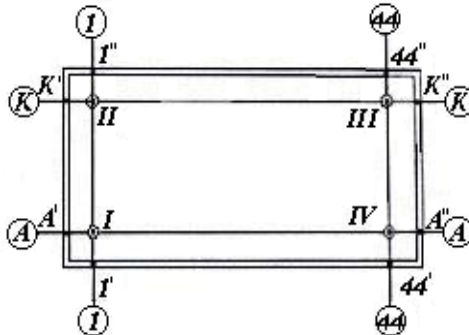
$$m_x = \frac{1}{2y_4} \sqrt{(y_4 - y_2)^2 m_{x_3}^2 + (y_4 + y_2)^2 m_{x_4}^2}, \quad (71)$$

$$m_y = \frac{1}{2x_2} \sqrt{(x_4 - x_2)^2 m_{y_1}^2 + (x_4 + x_2)^2 m_{y_2}^2}, \quad (72)$$

мұнда m_{x_3} және m_{x_4} бірінші қиылыстыру сызығының орнын анықтаудың орташа шаршылық қатесі, ал m_{y_1} және m_{y_2} - екінші қиылыстыру сызығының орнын анықтаудың орташа шаршылық қатесі. Мұндай қателер тірек торларының қосындарын, аспапты ортаға қоюдан, редукциядан және көздеу қателерінен тұрады.



36-сурет



37-сурет

9.13.6 Жер бетінде ғимараттар мен құрылыстардың өстерін бекіту

Жер бетінде құрылыстардың өстерін сенімді бекіту үшін, оларды құрылыстың сыртына шығарып, айналасын қоршап

қояды да, оны *сыртқы ось* деп атайды. Сыртқа шығарып, қоршап қойылған ғимараттардың остері, салынбақшы құрылыстардың дұрыс геометриялық пішінді болып шығуын қадағалап отыру үшін қажет.

Сыртқы ості құру келесі ретпен атқарылады. Құрылыстың негізгі осіне параллель, сыртқа қарай 3-4 м екі сызық шығарып, оларды дінгекпен бекітеді. Мұндай дінгектердің ұзындығы 305 м, ал диаметрі 12-15 см, оны өте дәл, жұмыс істеуге қолайлы етіп орнатады, себебі биік дінгек өлшем жүргізуге қолайсыз, ал аласасы құрылыс жұмыстарына кедергі болуы мүмкін. Дінгектерді орнатып болған соң, оларға қалыңдығы 40-50 мм тақтай қағады. Тақтайлардың жоғарғы жағы жазық болуы үшін, нивелирмен бақылап қояды. Сыртқы оске алдымен құрылыстың бас және негізгі остерін, ал содан кейін қосымша өстерін ауыстырады. Бұл остерді шегелермен бекітеді де, ашық майлы бояумен қоршай жүргізіп, аттарын жазып қояды.

Бас остерін теодолиттің көмегімен, ал басқа остерін болат таспамен өлшеп сыртқы оске түсіреді.

Барлық остерді сыртқа түсіріп болған соң, остер арасында тексеру өлшемдерін жүргізіп, нәтижелерін жобалық берілімдерімен салыстырады.

Ғимараттың осін сыртқа ауыстыру тәсімі (37-сурет) берілген.

10. ТЕОДОЛИТТІК ТҮСІРІС

10.1. Теодолиттік түсірістің мәні, жұмыс тәртібі, тірек қосындарына байланыстыру

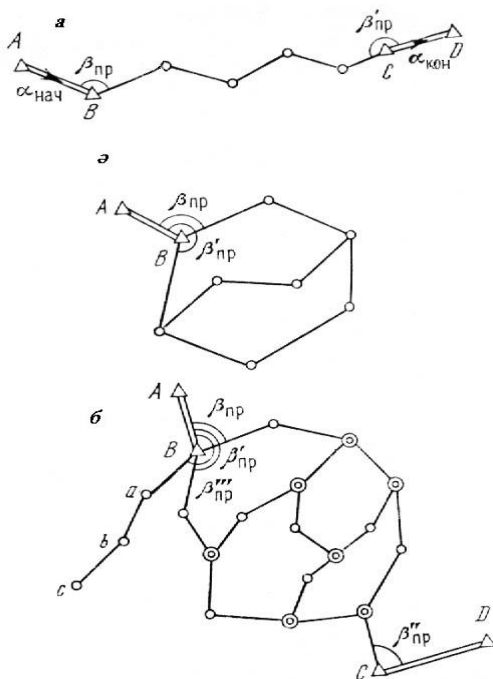
Жер бетінің контурлық планын теодолит аспабымен және өлшегіш таспамен немесе лентамен (рулетка) түсіру *теодолиттік түсіріс* деп аталады. Өлшегіш таспаның орнына түсірістің дәлдік талаптарын қанағаттандыратын, әр түрлі қашықтық өлшегіш аспаптардың көмегімен атқара беруге болады. Теодолиттік түсіріс кезінде жер бетінің бедері (рельефі) кескінделмейді, сондықтан бұл түсірісті жазық түсірістердің қатарына жатқызады.

Теодолиттік түсірісті жер бедерінің көлбеулігі көп емес, тегіс аймақтарда жүргізіледі. Түсірістің нәтижесімен ірі масштабтағы (1:500-1:5000), салыстырмалы түрде көлемі кіші аумақтардың планы құрастырылады (салынады). Теодолиттік түсіріс орман шаруашылығында, жер құрылғыларында (землеустройстве), құнарлы жер қыртыстары жұмыстарында, елді мекендердің планын жасауда, өндіріс мекемелерінде, шахталардың өндіріс алаңдарында, кеніштерде сонымен бірге мұнай газ құрылыстарын салуда, басқа да өндіріс салаларында кеңінен қолданылады.

Теодолиттік түсіріс торы теодолиттік жүрістерді жүргізуден тұрады. *Теодолиттік жүріс* дегеніміз, бұрылыс нүктелері жерге бекітілген сынық сызықты полигонды айтады. Жүрістегі жазық бұрыштарды теодолитпен, ал қабырғаларының ұзындықтарын таспамен немесе ұзындық өлшегіш аспаптармен өлшейді.

Теодолиттік жүрістердің бір нүктеден басталып, сол нүктеде аяқталатын *тұйық және тұйықталмаған* (38а,ә-сурет) түрлері бар.

Түсіру негіздерін жиілету үшін, полигон ішінде *диагональды жүрістер* құрылады (38ә-сурет). Диагональды жүрістің басы мен аяғы тұйықталған теодолиттің нүктелеріне тіреледі.



38-сурет

Теодолиттік жүрістің координаталары жалпы мемлекеттік координаталар жүйесінде немесе берілген мекеме үшін қабылданған жергілікті шартты координаталар жүйесінде анықталады. Барлық жағдайда теодолиттік жүрістер координаталары, белгілі тірек торының қосындарына байланыстырылады.

Тұйықталған теодолиттік жүрістер бір нүктеден басталып, сол нүктеде аяқталатындықтан, оны тірек торларының қосындарына байланыстыру үшін, бір-ақ тірек қосыны жеткілікті (38а-суретте), ол - B нүктесі және бұл жүрісте бастапқы берілім дирекциондық бұрыш болып, AB қабырғасының бағыты қабылданған.

Бір нүктеге байланыстырылған, тұйықталмаған теодолиттік жүріс *ішкілі жүріс* деп аталады (38б-суретте), ол - $Вabc$ жүрісі. Тірек қосындарына байланыстырылмаған жүрістер *бос*

жүрістер деп аталады. Бос жүрістер шартты координаталар жүйесінде қолданылады.

10.2. Теодолиттің тексерулері және түзетулер

Жазық және тік бұрыштарды өлшеу қағидаларына және теодолиттің геометриялық құрылыс тәсіміне қарап, оның әр бөліктерінің бір-біріне қарағандағы орналасулары геометриялық шарттарды қанағаттандыруы керек. Осы шарттарды сақтап отыру арнайы комплексті жұмыстарды атқаруды керек етеді, ал оны осы жұмыстарды *тексеру* деп атайды. Егер бір немесе басқа геометриялық шарттар сақталмаған болса, онда бұл жағдайда аспапты тексеруден өткізеді.

Теодолиттің әр түрлілігіне қарамастан, олардың төмендегі негізгі геометриялық шарттарын тексеру керек:

1. Алидада үстіндегі жазық дөңгелектің цилиндрлік деңгейінің осі аспаптың айналу осіне перпендикуляр болуы керек ($U_1 U_1 \perp TT$, 39-суретті қараңыз).

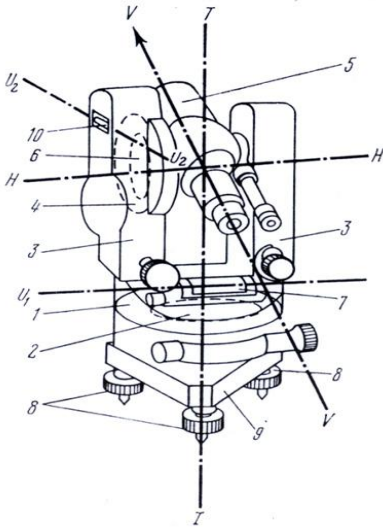
Бұл шартты орындау не үшін керек, яғни жазық және тік бұрыштарды өлшеу кезінде теодолиттің айналу осін, тік жағдайға келтіріп алуға мүмкіншілік тудыру. Жазық және тік бұрыштарды өлшеу кезінде, аспап осы шартты қанағаттандыруы керек.

Алдымен шарт орындалды деп есептейміз және де деңгей арқылы аспаптың айналу осін тіктеуіш қалпына келтіреміз. Теодолиттің алидадалық бөлігін бұрып, деңгейді I-жағдайға I және 2-көтергіш бұрандалардың бағытымен қоямыз (40а-сурет) және де оларды әр жаққа бұрап деңгей көпіршігін нольдік орынға келтіреміз. Бұл жағдайда $U_1 U_1$ деңгей осі жазық жағдайға келеді. Әрі қарай алидаданы 90^0 бұрып 3-көтергіш бұранданың бағытымен қоямыз, яғни II-жағдайға және осы бұрандамен деңгей көпіршігін ортасына келтіреміз. Егер $U_1 U_1$ деңгей осінің, айналу осіне перпендикулярлығы орындалған болса, онда TT осі тіктеуіш жағдайға келеді, ал деңгей көпіршігі I және II жағдайдан басқа кез-келген жағдайда, яғни сол нольдік-орында қалуы керек.

Аспаптың айналу осін тіктеуіш жағдайға келтіруді жазықтандыру немесе нивелирлеу деп атайды.

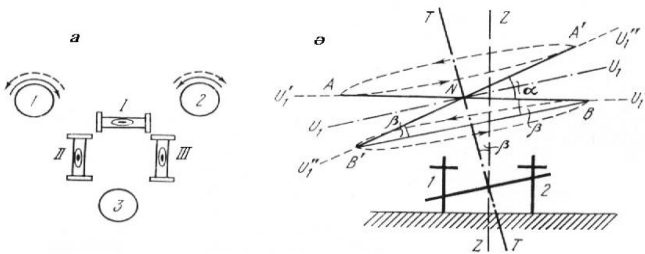
Егер алидаданы 180 градусқа TT осінің айналасында бұратын болсақ, онда A және B нүктелері жаңа орынға ауысады (A' және B'). Бұл кезде деңгей осі $U_1'' U_1''$ көкжиек жазықтыққа α бұрышына еңкейтіледі, ал деңгей көпіршігі нөлдік-орыннан ампуланың n бөлігіне ауысады. α бұрышы NBB' үшбұрышының сыртқы бұрышы болғандықтан, екі еселенген β бұрышына тең, яғни $\alpha = 2\beta$. Сонда, деңгей және теодолит остерінің перпендикулярлығына қол жеткізу үшін, $U_1'' U_1''$ деңгей осін β шына, яғни нөлдік-орын бағытымен ауысқан деңгей доғасының жартысына дейін еңкейту керек – $n/2$. Тексеруді келесі ретпен орындайды. Жоғарыдағы ретпен, жобамен аспапты қалыпты жағдайға келтірген соң, алидаданы 180 градусқа бұрады, яғни деңгей осі II-жағдайдан III-жағдайға келетіндей етіп бұрып, нөлдік-орынның n ауысу шамасын бақылайды. Егер осы ауытқу шамасы бөліктің жартысына ғана ауысса, онда шарт орындалды деп есептейді. Егер көпіршік $n > 0,5$ бөліктен көп болса, деңгей осінің ауытқуын түзеткіш бұрандалары арқылы түзетеді. Ол үшін, деңгей көпіршігін нөлдік-орын бағытымен ауысу доғасының жартысына, яғни $n/2$ шамасына ығыстырады. Әрі қарай аспапты түзетілген деңгей арқылы жіті қарай отырып, қалыпты жағдайға келтіреді. Нәтижесінде алидаданың кез-келген бағытында деңгей көпіршігі нөлдік-орында, яғни бөліктің жарты шамасынан аспай, шектік шамада қалуы керек. Егер асып кететін болса, онда тексеруді және түзетуді қайталайды.

Іс жүзінде мынадай жағдай болуы мүмкін, α бұрышының үлкендігі сонша, деңгей көпіршігін III-жағдайға қойғанда көпіршік ампуласы шегіне шығып, тіреліп қалады. Бұл кезде n ауысу доғасының қаншаға ауысқанын анықтау қиынға соғады, сондықтан оны 3-көтергіш бұранданың көмегімен анықтайды. Ол үшін 3-көтергіш бұранданы бұрай отырып, бастапқы жағдайына – нөлдік-орынға дейін қанша рет бұрадық (m) соның



39-сурет

санын есептейді. Әрі қарай 3-көтергіш бұранданы $m/2$ жағдайға дейін кері бұрайды. Содан кейін деңгейдің түзеткіш бұрандасымен көпіршікті нөлдік-орынға келтіреді. Жоғарыда айтылған әдіспен $U_1 U_1 \perp TT$ шартын жобамен орындауға болады. Әрі қарай түзетуді жоғарыда айтылғандай қайталайды және де деңгейді түзетудің қалай орындалғанын қадағалайды.



40-сурет

Деңгейдің түзеткіш бұрандаларымен жұмыс істегенде өте ұқыпты болған жөн, себебі ол өте морт металдан жасалған,

сондықтан бұрағанда қатты күш түссе оңай сынып, істен шығады. Егер теодолит деңгейінің екі түзеткіш бұрандасы болса - жоғарғы және төменгі, онда олармен жұмыс істегенде екеуін кезекпен пайдаланады, яғни біреуін жапса, екіншісін ашады. Екі бұранданы да тұрақты тексеріп отырады, түзетуді жасап болғаннан соң, екеуінің де бекітіліп тұрғанын қадағалайды;

2. Көру дүрбісінің көздеу осі теодолиттің осіне перпендикуляр болуы керек ($U_1 U_1 \perp TT$).

Бұл шартты орындау тік сәулеленуші жазықтыққа қол жеткізу үшін керек. Айтылған жазықтық дүрбіні теодолиттің айналу осінің бойымен айналдырғанда пайда болады, оны *коллимациондық қате* деп атайды.

Егер бұл шарт орындалмаса, онда $V_1 V_2$ көздеу осі (41-сурет) төбелері ортақ, екеуіне бірдей O нүктесінде, жазық осі NN екі конустық пішін құрайды $V_1 O V_1'$ және $V_2 O V_2'$. Бұл кезде көздеу осі дүрбінің бір жағдайында, v_1' және v_2' нүктелерінде лимбтың жазықтығына сәулеленеді, ал екінші жағдайында v_1' және v_2' нүктелеріне түседі.

Теодолиттерде көру дүрбісі затқа екі жағдайда көзделеді, көздеуші окуляр жағынан қарағанда, тік дөңгелек оң жағында және сол жағында, қысқаша жазатын болсақ “дөңгелек оң жағында” (ДО) және “дөңгелек сол жағында” (ДС).

Егер шарт орындалған болса, онда ДО жағдайында алынған v_1 есебі және ДС жағдайында v_2 есебінің бір-бірінен айырмашылығы 180° , яғни

$$v_1 - v_2 = \pm 180^\circ .$$

Шарт орындалмаған жағдайда алынған v_1 және v_2 есептерінің $v_1' v_2'$ айырмашылығы, коллимациондық қате (c) төмендегі формуладан анықталады

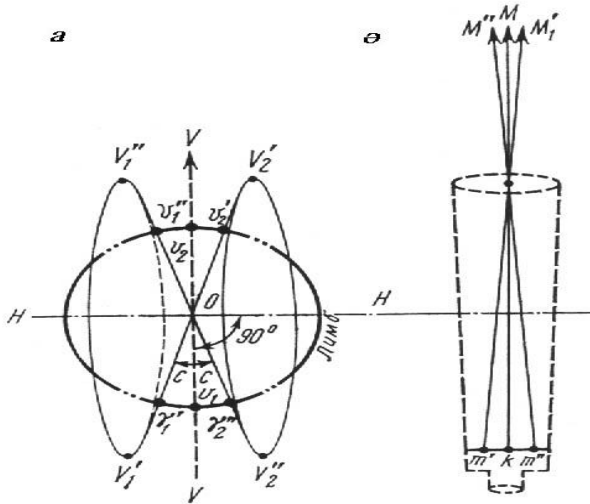
$$v_1' = v_1 + c; v_1 = v_2 - c . \quad (73)$$

73,74-формулалар шамаларын салыстыра отырып, коллимациондық қатенің ДО және ДС шамалары бірдей, ал мән жағынан бір-біріне қарсы екенін байқаймыз. Бұдан мынадай негізгі қорытындыға келуге болады – бір нүктеге бағытталып, ДО және ДС жағдайларында лимбтен алынған орташа есептерге

коллимациондық қатенің әсері жоқ. Расында да 73-формулалардағы есептеулердің орташа есебі соған дәлел

$$v_{op} = (v_1' + v_1'')/2 = (v_1 + v_1)/2. \quad (74)$$

Осы жағдайды еске ала отырып, іс жүзінде жауапты жұмыстарды ылғи да дүрбінің екі жағдайында (ДО және ДС) орындап, қорытынды есеп ретінде осы есептердің арифметикалық орташасы алынады.



41-сурет

73-формулаларды бір-бірінен алып,

$$v_1' - v_1'' = (v_1 + c) - (v_2 - c) = (v_1 - v_2) + 2c, \quad (75)$$

72- формуланы есепке алып, әрі қарай өрнектейміз

$$v_1' - v_1'' = \pm 180^0 + 2c \quad (76)$$

осыдан

$$c = \frac{(v_1' - v_1'' \pm 180^0)}{2}. \quad (77)$$

Жоғарыдағы формулаға қарасаңыз, бір нүктеге дүрбіні көздеп, оның екі жағдайында (ДО және ДС) лимбтен алынған есептер айырмасы 180 градустан өзгеруі, дүрбінің ДО және ДС

жағдайларында алынған коллимациондық қатенің екі есе шамасындай.

Тексеруді келесі ретпен орындайды. Көру дүрбісін алыстағы, анық көрініп тұрған жобамен теодолиттің деңгейіндегі нүктеге көздейді де (41ә-сурет) v_1' және v_2'' есептерін лимбтен алады. 76-формуладан екі еселенген коллимациондық қатені (2с) есептейді. Егер ол лимбтың дәлдігінің екі есе шамасынан аспаса, онда түзету жүргізілмейді, яғни коллимациондық қате көп емес деген ұйғарымға келеді. Кері жағдайда 77-формуламен с шамасын есептеп, содан кейін 73-формуламен немесе 74-формуламен түзетілген есепті шығарады

$$v_1 = v_1' - c \text{ немесе } v_2 = v_2'' + c. \quad (78)$$

Жазық дөңгелек алидадасының жетекші бұрандасымен v_2 есептелінген есебін лимбтан тауып қояды. Бұл кезде дүрбінің тік тор жібінің қиылысқан тұсы (k) m нүктесіне ауысады (41ә-сурет). Коллимациондық қатені түзету үшін, көздеу осін HN осіне қарағанда тор жібінің қиылысқан тұсы (k) m нүктесімен дәл жатқанша өзгерту керек;

3. *Теодолиттің жазық осі, оның тік осіне перпендикуляр болуы керек (HN⊥TT, 41-сурет).*

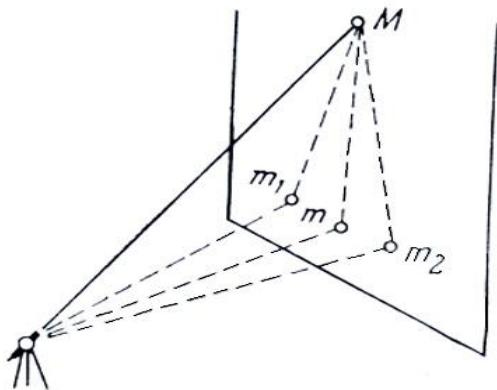
Бұл шартты сақтау жазық және тік бұрыштарды өлшеу қағидаларынан туындайды, өйткені өлшеу кезінде «коллимациондық жазықтық» тіктеуіш жағдайында болуы керек. Тексеру екі әдіспен орындалуы мүмкін:

а). Гимарат қабырғасына 10-20 м жерге теодолитті орнатып, дүрбінің ДО жағдайында қабырғаның жоғарғы жағынан M нүктесін белгілейді. Одан әрі дүрбі аспаптың деңгейіне дейін төмен түсіріліп, тор жіптерінің қиылысқан жерінен m_1 нүктесін белгілейді. Осындай жолмен ДС жағдайында m_2 нүктесін белгілейді. Егер m_1 және m_2 нүктелері бір-бірінің үстіне дәл келмесе шарттың орындалмағаны, яғни жазық осінің тік осіне қарағандағы жағдайын өзгерту керек (42-сурет).

ә). Теодолиттен 10-20 м жерге ұзын тіктеуіш іліп, оның жібінің жоғарғы жағына дүрбіні көздейді, аспап деңгейіне дейін

төмен түсіреді де тік тор жібінің тіктеуіш жібінен ауытқуын бақылайды.

Қазіргі заманғы барлық теодолиттерде бұл өзгерістер қаралмаған, себебі бұл шартты қанағаттандыруға аспап жасаушымекеме кепілдік береді.



42-сурет

Дегенмен, бұл шартты тексеру жүргізілуі керек. Ерекше айта кететін жағдай, көздеу осінің көлбеулігі таулы, ойлы-қырлы жерлерде үлкен болатындықтан, ондай жерлерде жазық және тік бұрыштарды өлшегенде дүрбінің екі жағдайында (ДО және ДС) жұмыс істеу керек. Қорытынды нәтиже ретінде орташа арифметикалық есеп алынады;

4. Тор жіптерінің бір штрихы коллимациондық жазықтықта жатуы керек. Тексеру үшін, теодолиттің тік осін тіктеуіш жағдайға келтіргеннен кейін көру дүрбісін анық көрініп тұрған, қашықтағы бір нүктеге көздейді, мұнда нүктені көру дүрбісінің жазық жібінің бір шетіне бағыттайды. Әрі қарай, жазық дөңгелектің алидадасын жетекші бұрандасымен жайлап бұрады да, тор штрихының бақылап отырған нүктеден ауытқуын қадағалайды. Егер штрих нүктеден ауытқымаса, онда шарттың орындалғаны. Кері жағдайда көру дүрбісінің окулярын босатып, оның ішіндегі тор жіптері бекітілген окулярдың бөлігін босатып, керекті бағытқа бұрады да тексеруді қайталап шарттың орындалғанына көз жеткізеді.

Жіп торының орналасуын тексеруді 10-20 м жерге іліп қойған тіктеуішпен де тексеруге болады. Тордың тік штрихын тіктеуішке бағыттап олардың бір-бірінен ауытқуын бақылайды, егер олар бір-бірімен дәл келетін болса, онда шарттың орындалғаны. Кері жағдайда тор жіптерін керекті шамаға бұрады.

Жіп торы штрихтарының жоғарыдағы айтылған талаптары жазық және тік бұрыштарды өлшеу қағидаларынан туындамайды, бірақ бұл талап биік нысандарға бағыттау жеңіл болуы үшін орындалады;

5. Оптикалық бағыттағыштардың көздеу остері дүрбінің көздеу осіне параллель болуы керек.

Бұл талап теодолитпен жұмыс істегенде бақыланбақшы нысандарды тез тауып, уақытты үнемдеп жұмысты тездету үшін қажет. Тексеруді келесі ретпен орындайды. Аспапты алыстағы көзбен анық көрініп тұрған нүктеге бағыттайды. Әрі қарай бақылаушы нүктеге бір көзімен дүрбісіз және екінші көзімен дүрбіден қарайды. Егер, көздегіштің қиылысқан торы бақылап отырған нүктемен бірінің үстінде бірі жатса, онда шарттың орындалғаны. Егер шарт орындалмаса, онда көздегіштің бұрандасын босатып оны керекті шамаға дейін қозғайды да бұрандасын бекітеді;

6. Оптикалық ортаға келтіргіштің көздеу осі теодолиттік тік осімен дәл келуі керек.

Егер оптикалық ортаға келтіргіш, теодолиттің алидадалық бөлігінде орналасқан болса, онда оның көздегіш осін түзетуді төмендегі ретпен орындайды. Үштағанға теодолитті орнатып, оны қалыпты жағдайға келтіреді. Оптикалық ортаға келтіргіш арқылы оның торының қиылысқан тұсынан бір нүктені белгілейді. Аспаптың алидадалық бөлігін өз осі айналасында бұрай отырып, көздегіш торының қиылысқан жерінің нүктеден ауытқуын бақылайды. Егер тордың қиылысқан жері нүктеден ауытқымаса, онда шарттың орындалғаны. Кері жағдайда ортаға келтіргішті түзету керек. Ол үшін, ортаға келтіргіштің бүйіріндегі қалпағына бекітіп қойған екі бұрандасын босатып, ішіндегі окулярлық иінді босатады да, оны керекті шамаға

бұрайды, сонда айтылған екі нүктенің бір-бірімен дәл келуінің ауытқу шамасы 1 мм аспауы керек.

Т30 теодолиттерінде бұл шартты арнаулы оптикалық шеберханаларда жасайды.

Жазық дөңгелектің алидадасының үстінде орнатылған цилиндрлік деңгейді және коллимациондық жазықтықты күнде жұмыстың алдында тексеріп отыру керек, ал қалған тексерулерді, егер теодолит басқа нәрсеге ұрылмаса, соғылмаса онда әр апта сайын қайталап отырады.

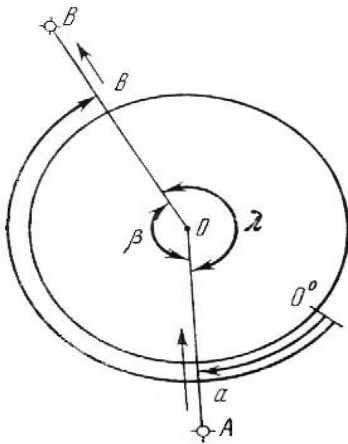
10.3. Жазық бұрыштарды теодолитпен өлшеу әдістері

43-суреттен AOB жазық бұрышын өлшеу керек дейік. Алдымен ішкі немесе сыртқы бұрышы өлшене ме, соны алдын ала белгілеп алады. Мұнда жүріс бағытымен A нүктесінен B нүктесіне қарай β бұрышы сол жақта, ал оң жақта γ бұрышы, ол 360 градусты толтыратын бұрыш іспетті, сонда $\gamma = 360^{\circ} - \beta$.

Алдымен өлшенетін бұрыштың төбесіне (O) теодолитті орнатады. Теодолиттің тік осі тіктеуіш бойымен бұрыштың төбесінен (O) өтуі керек. Теодолитті орнату екі бөліктен тұрады – ортаға келтіру және жазық жағдайға келтіру (нивелирлеу), бұл екі жұмысты бір мезгілде атқарады.

Ортаға келтіруді оптикалық әдіспен немесе тіктеуіш арқылы іске асырады.

Үштағанды (штатив) нүкте үстіне, оның үстіңгі жазықтығы жазық болғанын қадағалап орнатады, ал ортасы нүктенің ортасында сәулеленген болуы керек. Осы жағдайда үштағанды орнатып, үстіне теодолитті бекітеді. Теодолитті үштаған үстінде жан-жағынан қозғап, жобамен оптикалық немесе жіп тіктеуіш арқылы аспапты ортасына келтіреді де бекіткіш бұрандасымен қатайтады. Теодолиттің көтергіш бұрандаларымен оның айналу осін тіктеуіш жағдайына келтіреді. Үштағанға бекіткіш бұранданы босатып, теодолиттің нүкте үстіне дәл келуін қадағалайды.



43-сурет

Осы әдісті бірнеше рет қайталап, аспаптың айналу осінің дәл нүкте үстіне орнатылғанына көз жеткізеді.

Жазық бұрышты теодолитпен өлшеу “амалдар”, “қайталау” және “айналдыру” әдістерімен жүргізіледі.

Амалдар тәсілі. Теодолитті өлшенетін бұрыштың төбесіне (O) орнатады. A және B нүктелеріне қада, марка, т.с.с. заттарды орнатады (43-сурет). Бұрышты өлшеу бір біріне қатысы жоқ екі жарты амалдан тұрады, бірін дүрбінің ДО, екіншісін дүрбінің ДС жағдайларында атқарады. Жүріс бағытымен сол жақтағы β бұрышын өлшеуді қарастырамыз. Жазық дөңгелектегі лимбта ДО жағдайында есепті 0 градустан аз ғана үлкен етіп қояды да, алидаданы лимбпен бірге бекітеді және лимбті босатып, көру дүрбісін соңғы A нүктесіне көздейді. Алдымен оптикалық көздегіш арқылы көру дүрбісін қолмен нүктеге бағыттайды. Көру дүрбісінің фокустық арақашықтығын ретке келтіріп, нүктенің анық, жіп торының қиылысқан жерінде екендігіне көз жеткізеді. Оған тік жазықтықта көру дүрбісінің жетекші бұрандасымен және жазық жазықтықта алидаданың жетекші бұрандасымен жұмыс істей отырып қол жеткізеді. Әр уақытта тор жібін дәл көздеуде, бұрандаларын ішке қарай бұрау кезінде қол жеткізген дұрыс, бұл кезде бұранданың механикалық

құрылғысының босап қалуы мен серіппенің істемей (қайтпай) қалу мүмкіндігі азаяды. $(1) = \beta_{КП}$.

Соңғы A нүктесіне көздеп, дәлдеп болған соң есеп (1) алады да оны өлшеу журналының 5-тік жолына жазады (3-кесте), яғни есеп – $00^0 8',2$. Әрі қарай алидаданы босатып, алдыңғы B нүктесіне көздейді де (лимб бекітілген күйінде) есеп (2) алады және оны 5-тік жолдағы 1-есептің астына жазады.

Амалдар тәсілімен жазық бұрыштарды өлшеу журналы

Күні: 1.02.03. теодолит Т30 Орындаушы: Таиров Диас
 Ауа райы: ашық № 123456 Жазған: Мейізжан,
 Меруерт

4 – кесте

Амалдар	Тұрақ нүктесі	Көздеу нүктесі	ДО ДС	Жазық бұрыштар	Жарты амал шамалары	Бұрыштың орташа шамасы	Қорытынды шамасы
1	2	3	4	5	6	7	8
		A		00 ⁰ 08/2 (1)		168 ⁰ 43/9 (7)	168 ⁰ 44/0 (15)
			ДО		168 ⁰ 44/ 00 (3)		
		B		168 ⁰ 52/2 (2)			
1	O						
		A		180 ⁰ 08/4 (4)			
			ДС		168 ⁰ 43/8 (6)		
		B		348 ⁰ 52/2 (5)		168 ⁰ 44/0 (14)	
		A		90 ⁰ 43/2 (8)			
			ДО				
		B		259 ⁰ 27/2 (9)			
2	O				168 ⁰ 44/0 (10)		
		A		270 ⁰ 43/3 (11)			
			ДС		168 ⁰ 43/9 (13)		

		В		$79^0 27'2$ (12)			
--	--	---	--	---------------------	--	--	--

ДО жағдайында жарты амалмен өлшенген β бұрышы алдыңғы нүктедегі есеп (1), соңғы нүктедегі алынған есеп (2), яғни $(2) - (1) = \beta_{кл}$.

Өлшеу журналы қалай толтырылатыны (күні, ауа райы, өлшеу шарты, аспап реті, кім орындады) 3- кестеде көрсетілген. Онда есеп алу және нәтижесін өңдеу реттері жақша ішінде цифрмен көрсетілген.

Бұрыш өлшеудің екінші жарты амалына дүрбінің сол жағындағы (ДС) жағдайында кіріседі. Ол үшін дүрбіні зенит арқылы аударып, алидаданы өз осінен сағат тілінің бағытымен бұрай отырып, дүрбіні сол жағына шығарады. Лимбтың алидадамен бірге қатайған бетінде соңғы A нүктесінен 4-есепті алып және алидаданы босатып, алдыңғы B нүктесіне бұрып 5-есепті алады. Осы $(5) - (4) = \beta_{кл}$ екінші жарты амалмен өлшенген β бұрышының шамасы.

$\beta_{кл}$ және $\beta_{кл}$ өлшенген бұрыштар бір - біріне теория бойынша тең, ал іс жүзінде айырмасы қолданылған теодолиттің есеп алу құрылғысының екі есе дәлдігінен аспауы керек. Егер бұл шарт орындалса, онда өлшенген

бұрыш шамасы осы екі жарты амалмен орындалған өлшеу нәтижелерінің орташа мәніне тең болады.

$$\beta_{op} = (\beta_{до} - \beta_{дс})/2 . \quad (79)$$

10.4. Жер бетіндегі нысандарды түсіру

Жер бетіндегі нысандарды түсіру теодолиттік түсіріс кезінде қоса жүргізіледі. Барлық өлшеулер түсіру негіздері нүктелерінен немесе қабырғаларынан жүргізіледі. Бұрыштарды өлшеу кезінде ірі масштабта түсіріс сұлбасы қоса салынады (44-сурет).

Түсірілетін жердің нобайы жобалық шамамен салынған сурет ретінде емес, планды салу үшін құрастырылатын, керекті

цифрлық берілімдері бар, арнаулы, керекті құжат екенін естен шығармай ұқыпты жүргізеді.

Түсірілетін жердің аумағының сұлбасына, пішініне қарап түсіріс әдістері тандап алынады.

Перпендикулярлар әдісі түсіретін жер сұлбасының теодолиттік жүріс қабырғаларының ұзына бойымен, мысалы бұлақ, жол, бау-бақша, егістік т.с.с. бойларымен түсіріс жүргізу кездерінде қолданылады. Түсіріс нүктелері ретінде нысандардың бұрылысын, басын, біткен жерлерін, сонымен бірге олардың басты жерлерін тандап алады. Теодолиттік түсіріс қабырғаларының ұзындықтарын өлшеу кездерінде, жоғарыда айтылған нүктелерді теодолиттік түсіріс төбелерінен бастап қоса өлшейді, ал осы нүктеден қабырғаға түсірілген перпендикулярлар өлшегіш немесе екінші таспамен өлшенеді. Перпендикулярлардың ұзындығы 1:500 масштабта 4 метрден және 1:1000 масштабта 6 м аспауы керек. Егер перпендикуляр эскердің көмегімен түсірілген болса, онда оның ұзындығын 1:500 және 1:1000 масштабтарда ретімен 20 және 40 м ұзартуға болады. Кварталдардың бұрыштарын өлшейтін перпендикулярлар екі қиылыстыру сызықтарынан кем емес амалдармен орындалады.

Полярлық әдіс әжептеуір алыс, бұрылмалы сұлбаларды түсіру кездерінде қолданылады. Бұл әдісті теодолит пен жазық бұрыштарды өлшеу кезінде қоса түсіреді. Теодолитті бұрыштың төбесіне орнатып, қалыпты жағдайға келтіреді және дүрбінің ДО жағдайында лимбты бұрай отырып алдыңғы нүктеге көздейді. Лимбты бекіткен күйінде қалдырып, алидаданы босатып түсірілмекші нүктеге қойылған рейкаға бағыттады да, дүрбінің арақашықтықты өлшегіш жіп торы арқылы арақашықтықты, ал лимбтен жазық бұрыш шамасын (есебін) алады. Есеп алу, қашықтық өлшеу нәтижелерін сұлбадағы арнаулы кестеге жазады. Түсіру нүктесінен барлық нысандарды түсіріп болған соң, алдыңғы нүктеге бағыттап істелген жұмыс нәтижелерін тексереді.

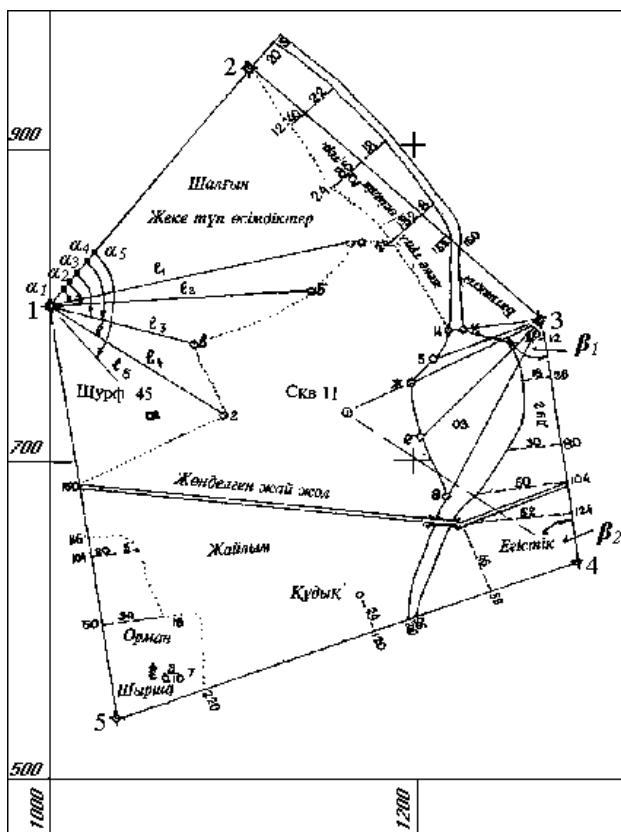
Полярлық әдіспен түсіру кезінде теодолиттен нүктеге дейінгі ара- қашықтық, төмендегі шамалардан аспаулары керек:

1:500 масштабта

1:1000 масштабта

анық сұлбадағы - 40 м 60 м
 анық емес сұлбадағы - 80 м 100 м.

Бұрыштық қиылыстыру әдісі алыстағы нүктелерді түсіру кездерінде пайдаланылады. Бұл әдіс түсіру қабырғаларымен және түсірілмекші нүктеге бағытталған түзу арасындағы бұрышты өлшеуге негізделген. Бағыттау сәулесі 100 метрден аспауы керек. Егер өлшенбекші бұрыш 60 градустан аз және 120 градустан көп болмаса, онда мұндай бұрыштық бақылау сенімді болып есептеледі.



44-сурет

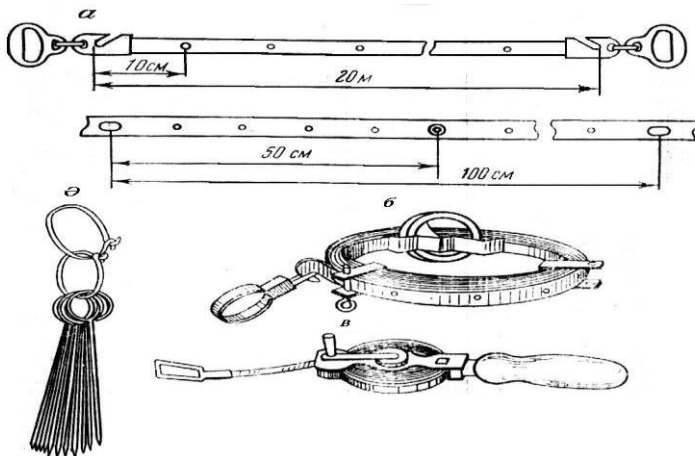
Сызықтық қиылыстыру әдісінде таспаны түсірілмекші нүкте бағытына жатқызады және оның үстінен қиылыстырудың негізгі нүктесін таңдайды, сонда олар анықталмақшы нүктемен тең бүйірлі үшбұрыш құруы керек. Қиылыстыру негізінің нүктелерін таспа үстінен бүтін метрлік бөлігіне дәл келулерін қадағалап белгілейді. Қиылыстыру ұзындығын болат таспамен өлшейді, ал оның ұзындығы таспаның ұзындығынан аспауы керек.

10.5. Жер бетіндегі ұзындықтарды өлшеу

Жер бетіндегі түзу арақашықтықтарды өлшеу әр түрлі өлшегіш жабдықтармен атқарылады: таспалар, рулеткалар, сым темірлермен.

Шанышқылы өлшегіш таспа кеңінен қолданылады, оны мықты жұқа болат таспа ретінде жасайды, ені 15-20 мм және қалыңдығы 0,3-0,4 мм, әдетте оның ұзындығы 20 м. Таспалар штрихты және шкалалы болып келеді. Штрихты таспалардың әр метрі латунды пластинкалармен, жарты метрі шегелермен, ал дециметрі тесіктермен белгіленген, диаметрі 2-3 мм болады (45а-сурет).

Таспаның соңғы штрихтарын үшкір шанышқылармен, арнаулы тесіктеріне іліп анықтайды (45ә-сурет). Таспа жабдықтарының ішіне 11 шанышқы кіреді. Жұмыс біткеннен кейін таспаны арнаулы дөңгелекке орап, бұрандасымен бекітіп қояды (45 б-сурет).



45-сурет

Шкалалық таспалар құрылысы жағынан осыған ұқсайды, бірақ оның шеттерінде дәл есеп алатын миллиметрлік шкалалары бар.

Кіші арақашықтықтарды болат немесе тесьмяндық таспалармен өлшейді, олардың ұзындықтары 5, 10, 20, 30 және 50 м болып келеді. Кейінгі кездері болат таспаларды дат баспау үшін ашық түсті пластикпен қаптайды, ашық түспен бояйтын себебі, ондағы цифрлар, штрихтар анық көрініп тұрады. Тесьмяндық таспаларды қосалқы өлшеулерде пайдаланады. Өлшеу жұмыстарын екі адамның көмегімен атқарады. Алдыңғы адам таспаны өлшейтін сызық бойымен созады, ал соңғы адам таспаның біткен жерін сызықтың басымен дәлдестіреді, сонымен бірге алдыңғы адам сызық бойымен таспаны дәл бағыттауына көмектеседі. Соңғы адамның нұсқауымен алдыңғы адам таспаны сілкіп, оның жер бетінде бұралмай дұрыс жатуын қадағалайды да таспаның шетіне 11 шанышқының біреуін кигізіп, оны жерге қадайды. Әрі қарай алдыңғы адам таспаны шанышқыдан алады да алға қарай жылжытады, ал соңғы адам оның шанышқысына таспаның соңын кигізеді.

Таспаны жерге тигізбей көтеріп ауыстырып отырады. Осы ретпен қайталай береді, ал босаған шанышқыларды соңғы адам жинап отырады.

200 м арақашықтықты өлшегенде 11 шанышқы түгелімен қолданылады. Алдыңғы адамның шанышқылары таусылған кезде, соңғы адамның қолында 10 шанышқы болуы керек (бір шанышқыны алдыңғы адам ең соңында жерге шаншып қойған). Барлық шанышқылар бар екеніне көз жеткізгеннен кейін, соңғы адам 10 шанышқыны алдыңғы адамға береді. Ал журналға шанышқы санына сәйкес қанша метр өлшенгенін жазып отырады.

Жалпы ұзындықты формула бойынша анықтайды $D = 200p + 20m + d$, мұндағы, p – шанышқы қанша рет ауыстырылды; m – соңғы адамның қолында қалған шанышқы саны; d – 20 метрден аз, өлшенген қалдық шама.

Мысалы, егер қалдық шама $d = 8,23$ м. Сонда жалпы ұзындық

$$D = 200 \times 2 + 8,23 = 448,23 \text{ м.}$$

Егер таспа компаратордан тексерілген болса, онда ол үшін Δl түзетуін енгізеді.

Ауа температурасының өзгеруіне байланысты таспа ұзындығы да бір шама өзгеріп отырады, сонда түзетуді келесі формуламен анықтайды

$$\Delta D_t = \alpha D(t_{\text{өлш}} - t_{\text{мүзет}}), \quad (80)$$

мұндағы $\alpha = -0,000012$ – болаттың сызықтық ұлғаю коэффициенті;

$t_{\text{изм}}$ және $t_{\text{испр}}$ – ретімен өлшеу кезіндегі температура және компаратормен тексеру кезіндегі температуралар.

Өлшеу нәтижелерін тексеріп отыру үшін, ол ұзындықты екі рет тура және кері бағытта өлшеп отырады. Әр ұзындықты өлшеудің өзінің дәлдік талаптары болады, яғни өлшеу алдында сол талаптармен танысу керек.

10.6. Тура және кері геодезиялық есептер

Тура геодезиялық есеп, геодезияда жиі кездесетін бір нүктенің координатасы арқылы екінші нүктенің координатасын анықтау әдісі.

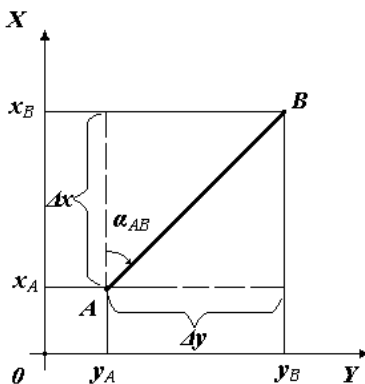
A нүктесінің (46-сурет) координаталары, келесі нүктеге дейінгі арақашықтық d және AB бағытының дирекциондық

бұрышы α_{AB} берілген, осы берілімдерді пайдаланып, келесі B нүктесінің координаталарын табу керек.

$$46\text{-суреттен} \quad \left. \begin{aligned} X_b - X_a &= \Delta X, \\ Y_b - Y_a &= \Delta Y. \end{aligned} \right\} \quad (81)$$

ΔX пен ΔY айырмашылығы *координаталар өсімшесін* береді. Бұл AB кесіндісінің сәйкес координаталар осіне проекциясы. ABC үшбұрышынан

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d \cdot \cos \alpha, \\ \Delta Y &= d \cdot \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (82)$$



46-сурет

Жоғарыдағы формулада d мәні ылғида оң (+), ал координаталар өсімшесінің мәні $\cos \alpha$ және $\sin \alpha$ мәндеріне байланысты болады. Дирекциондық бұрыштың қай ширекте жатқандығына байланысты румбты табу, мәндерін анықтау (5-кестеде) көрсетілген. Барлық дирекциондық бұрыштар румбқа айналдырылып, кестелік бұрыш арқылы келесі нүктенің координаталар өсімшесін төмендегі формуламен анықтайды

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d \cdot \cos r, \\ \Delta Y &= d \cdot \sin r. \end{aligned} \right\} \quad (83)$$

Сонда іздеп отырған B нүктесінің координаталары төмендегі формуламен анықталады

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X, \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y. \end{aligned} \right\} \quad (84)$$

Кері геодезиялық есеп (46-сурет) координаталары белгілі A және B нүктелері арқылы, олардың арақашықтығы d және осы AB қабырғасының дирекциондық бұрышын табудан тұрады. Алдағы формулаларды еске ала отырып табатынымыз

$$\text{tg}\alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad \text{немесе} \quad \text{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} . \quad (85)$$

Ал төмендегі формула арқылы AB арақашықтығын (d) табады

$$d = \frac{\Delta X}{\cos r} = \frac{\Delta Y}{\sin r} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} . \quad (86)$$

10.7. Теодолиттік түсірістің нәтижелерін өңдеу

10.7.1. Координаталарды есептеу журналы

Теодолиттік жүрістің өлшенген ішкі бұрыштарын (47-сурет) және қабырғаларының өлшенген ұзындықтарын, 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышын пайдаланып, сонымен бірге 2-суреттегі жүріс сұлбасына қарай отырып, жүріс бағытымен оң жақтағы өлшенген ішкі бұрыштарды теңдеу. Осы берілімдер арқылы жүрістің барлық қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын және жүріс төбелерінің координаталарын есептеу мен осы теодолиттік жүрістің планын қағазға сызып, оған сұлбедегі жер бетінде орналасқан қосындарды салу.

Бастапқы берілімдер:

теодолиттік жүрістің тәсімі (47-сурет);

өлшенген жазық бұрыштар;

(4-кесте); 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышы және

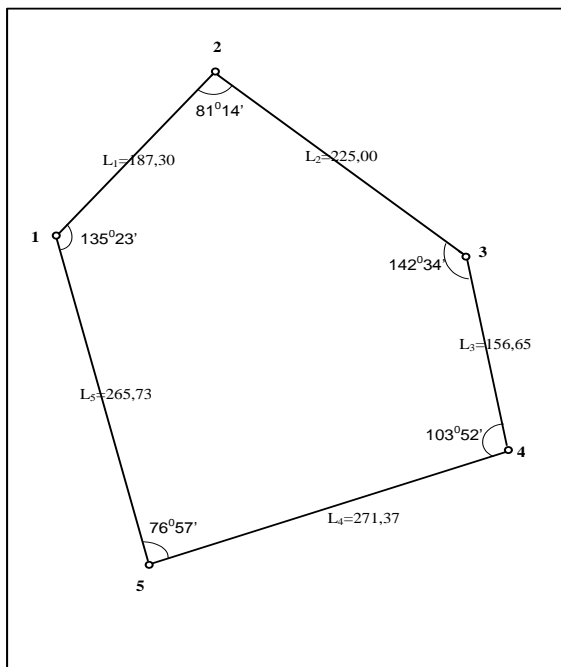
1-нүктенің координаталары (X_1 және X_2);

$\alpha_{1-2} = m^0(20+n)^l$ – 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышы;

$X_I = 1000 \text{ м}$, $Y_I = 800 \text{ м}$,

мұндағы m – студенттің сынақ кітапшасының соңғы екі цифры, ал n – студенттің сынақ кітапшасының соңғы цифры.

Мысал. Студенттің шифры 200845 болса, онда оның бастапқы берілімдері болып $\alpha_{1-2} = 45^0(20+5)^I$ саналады.



47-сурет

10.7.2. Тұйықталған теодолиттік жүрістің бұрыштарын теңдеу

Тұйықталған теодолиттік жүрістің “координаталар есептеу журналы” арнаулы кестеге орындайды (5-кесте).

5-кесте

Төбелерінің реті	Өлшенген бұрыштар	Жазық арақашықтықтар, м.	Ескерту
1	135 ⁰ 22',5	187,30	
2	81 ⁰ 13',5	225,00	
3	142 ⁰ 34'	156,65	
4	103 ⁰ 51',5	271,37	
5	76 ⁰ 57'	265,73	

$$P = 1106,05$$

Есептеу 6-кестеден, 5-кестеге өлшенген жазық бұрыштарды 2-тік жолдарға, 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышын 4-тік жолдың басына және 8-тік жолдарға өлшенген арақашықтықтарды жазып алудан бастайды.

Әрі қарай ішкі бұрыштардың іс жүзіндегі қосындысын шығарады ($\sum\beta_{\text{өлім}}$) да, оны теория жүзіндегі қосындысымен ($\sum\beta_{\text{теор}}$) салыстырады, яғни формуласымен тексереді, мұндағы n - өлшенген бұрыштар саны.

$$(\sum\beta_{\text{өлім}}) = 180^0 (n-2) \quad (86)$$

Барлық есептеулерді түсініктеме жазбаларына қоспай, (5-кестеге) координаталар есептеу журналына жазады.

Жоғарыдағы есептеуден пайда болған бұрыштық қиылыспаушылық қатесін (f_{β}) ішкі бұрыштардың іс жүзіндегі қосындысы мен теория жүзіндегі қосындысының айырмасы ретінде табады

$$f_{\beta} = \sum\beta_{\text{өлім}} - \sum\beta_{\text{теор}} = \sum\beta_{\text{өлім}} - 180^0 (n-2). \quad (87)$$

Шекті бұрыштық қатені төмендегі формуламен табады

$$f_{\beta_{\text{шүше}}} \leq \pm 1' \sqrt{n}, \quad (88)$$

мұндағы n – жүрістегі бұрыштар саны.

Есептелінген бұрыштық қиылыспаушылық қатені егер ол, шектік қатеден кем немесе оған тең болса, онда оны тең етіп, кері таңбамен барлық өлшенген бұрыштарға минуттарын бүтін санға дейін дөңгелектеп бөліп жазады. Мұнда әр бұрышқа бөлінген шама теодолиттің дәлдігінен аспауы керек.

Өлшенген бұрыштарды теңдеп болғаннан кейін, оның теория жүзіндегі шамаға тең екеніне көз жеткізеді ($\sum\beta_{\text{теор}}$).

Ескерту: есептеу мысалын 5-кестеден қараңыз.

10.7.3. Тұйықталған теодолиттік жүрістің дирекциондық бұрыштарын есептеу

Түзетілген бұрыштары және бірінші қабырғаның дирекциондық бұрышы (α_{1-2}) арқылы, басқа қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын есептеу төмендегі формуламен есептеледі

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n, \quad (89)$$

мұндағы α_n -келесі қабырғаның дирекциондық бұрышы,
 α_{n-1} –алдыңғы қабырғаның дирекциондық бұрышы,
 б-кесте

Қай ширекте	Дирекциондық бұрыш шамалары	Румбтардың аты	Дирекциондық бұрыштар мен румбтардың қатынастары	Координата өсімшелерінің мәндері	
				ΔX	ΔY
I	0° тан 90° дейін	СШ	$r_1 = \alpha_1$	+	+
II	90° тан 180° дейін	ОШ	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2$	-	+
III	180° тан 270° дейін	ОБ	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$	-	-
IV	270° тан 360° дейін	СБ	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4$	+	-

β_n – жүріс бағытымен оң жақтағы, сол екі қабырғадан пайда болған қабырғалар арасындағы бұрыш.

Жалғастыра есептелінген барлық қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын тексеру үшін, 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышын қайтадан табу керек.

Мысал. 2 нүктедегі түзетілген бұрыш $81^\circ 14'$ және 1-2 қабырғасының дирекциондық бұрышы $\alpha_{1-2} = 45^\circ 25'$, сонда 2-3 қабырғасының (келесі қабырға) дирекциондық бұрышы (α_{2-3}) тең болады.

$$45^\circ 25'$$

$$\begin{array}{r}
 + \frac{180^{\circ} 00'}{225^{\circ} 25'} \\
 - \frac{81^{\circ} 14'}{\phantom{225^{\circ} 25'}} \\
 \hline
 \alpha_{2-3} = 144^{\circ} 11'.
 \end{array}$$

10.7.1. Румбтарды есептеу

6-кестедегі дирекциондық бұрыш пен румбтың ара қатынастарына сай румбты тауып 5-6 тік жолдарға жазады. Кейінгі шыққан координаталар өсімшелерін анықтауға арналған кестелерді пайдалануда дирекциондық бұрыштарды румбқа айналдырып керегі жоқ.

Мысал. Румб $r_{2-3} = 180^{\circ} - 135^{\circ} 16'$ немесе *ОШ* $44^{\circ} 44'$.

10.7.5. Полигонның периметрін анықтау

Тұйықталған полигон периметрін анықтау үшін барлық жазық арақашықтықтарын бір-біріне қосады.

Мысалы: $P = 183.30 + 225.00 + 156.65 + 271.37 + 265.73 = 1106.05$ м.

10.7.6. Тік бұрышты координаталардың өсімшелерін есептеу

Тік бұрышты координаталар өсімшелерінің кестесі, бес таңбалы тригонометриялық функциялар кестесі немесе логарифмдердің бес таңбалы кестелерін пайдаланып, координаталар өсімшелерін 0.01 м дәлдікпен төмендегі формулалар арқылы табады

$$\left. \begin{array}{l}
 \Delta X = d \cdot \cos \alpha; \\
 \Delta Y = d \cdot \sin \alpha;
 \end{array} \right\} \text{ немесе} \tag{90}$$

$$\begin{array}{l}
 \Delta X = d \cdot \cos r; \\
 \Delta Y = d \cdot \sin r;
 \end{array}$$

ΔX және ΔY – координаталар өсімшелері,
 d - жазық арақашықтықтар,
 r - сол қабырғаның румбы.

Есептеулерді орындау, тексеру аталған кестелерде көрсетілген.

10.7.7. Координаталар өсімшелерінің сызықтық қиылыспаушылығын анықтау және оларды теңдеу

Координаталар өсімшелерінің қиылыспаушылық қатесін табу үшін есептелінген өсімшелердің, яғни ΔX және ΔY өсімшелерінің оң (+) таңбалыларын бір бөлек, теріс (-) таңбалыларын бір бөлек қосып, олардың алгебралық қосындыларын табады.

Тұйықталған полигонның өсімшелерінің Теориялық қосындысы нольге тең болады, яғни:

$$\left. \begin{aligned} \sum \Delta X_{теор} &= 0; \\ \sum \Delta Y_{теор} &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Сонда іс жүзінде, яғни есептелінген координаталар өсімшелерімен теориялық өсімшелер мәндерінің айырмашылықтары, тұйықталған полигонның сызықтық қиылыспаушылық қатесін береді

$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum \Delta X_{есен} - \sum \Delta X_{теор}; \\ f_y &= \sum \Delta Y_{есен} - \sum \Delta Y_{теор} \end{aligned} \right\}$$

Бұл теңдеудің оң жақтағы шамасы $\sum \Delta X_{теор} = 0$; $\sum \Delta Y_{теор} = 0$ болғандықтан, тұйықталған теодолиттік жүрістің өсімшелерінің қиылыспаушылығы төмендегі формуланы қанағаттандырады.

$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum \Delta X; \\ f_y &= \sum \Delta Y. \end{aligned} \right\}$$

Тік бұрышты координаталарды анықтауда сызықтық шамалар (координаталар өсімшелері, қиылыспаушылықтар және координаттары) 0.01 м дейінгі дәлдікпен дөңгелектелінеді. Дөңгелектеу кезінде келесі ережелерді сақтау керек:

а) егер дөңгелектенбекші санның соңғы цифры 5-тен көп болса, онда ол сан көп шамасына қарай дөңгелектенеді, *мысалы*, $150.488 \text{ м} \approx 150.49 \text{ м}$;

ә) егер дөңгелектенбекші санның соңғы цифры 5-ке тең болса, онда ол сан аз шамасына қарай дөңгелектенеді, *мысалы*, $150.474 \text{ м.} \approx 150.47 \text{ м.}$

б) егер дөңгелектенбекші санның соңғы цифры 5-тен кем болса, онда ол санның соңғы цифры жұп сан болуы керек, *мысалы*, $150.475 \text{ м.} \approx 150.48 \text{ м}$ немесе $150.475 \text{ м.} \approx 150.48 \text{ м.}$

Есептелінген сызықтық қиылыспаушылықтарды f_x және f_y арқылы есептеу керек:

а) теодолиттік жүрістің периметріндегі абсолюттік сызықтық қиылыспаушылығын төмендегі формуламен есептейді

$$f_p = \pm \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} ; \quad (94)$$

б) жүріс периметріндегі салыстырмалы қиылыспаушылықты төмендегі формуламен табады

$$\frac{f_p}{P} \leq \frac{1}{1000} , \quad (95)$$

мұндағы P – жүріс периметрі, м..

Мысал. 9 және 10 тік жолдардағы өсімшелерді алгебралық қосу нәтижесінде (5-кестені қара)

$$f_x = \pm 0.42 \text{ м.}, \quad f_y = -0.91 \text{ м.}$$

Сонда абсолюттік қиылыспаушылық формула бойынша

$$f_p = \pm \sqrt{(0.42)^2 + (0.9)^2} = \pm \sqrt{0.9804} \approx \pm 0.99 \approx 1.0 \text{ м.}$$

Жүріс периметріндегі салыстырмалы қиылыспаушылық формула бойынша

$$\frac{f_p}{P} = \frac{1}{1106.05} \leq \frac{1}{1000} . \quad (96)$$

Есептелінген салыстырмалы қиылыспаушылық (95-формуламен) есептелінген салыстырмалы қиылыспаушылық шамасынан аспауы керек.

Салыстырмалы қиылыспаушылық шекті қиылыспаушылықтан аспаған жағдайда, сызықтық қиылыспаушылықты 0,01 м дәлдікпен әр өсімшеге кері таңбамен, әр ұзындық шамасына сәйкес бөліп жазады.

Әр қабырғаның жазықтықтағы сәулесінің координаталар өсімшелеріне түзету шамасы

$$\delta_{x_R} = \frac{f_x}{P} \cdot d_R \quad \text{және} \quad \delta_y = \frac{f_y}{P} \cdot P, \quad (97)$$

мұндағы, d_R – жүрістің қабырғаларының жазықтықтағы сәулесі.

10.7.8. Тұйықталған теодолиттік жүрістің координаталарын есептеу

Түзетілген координаталар өсімшелері арқылы 0,01 м. дәлдікпен теодолиттік жүрістің төбелерінің координаталары төмендегі формуламен анықталады

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X; \quad Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y, \quad (96)$$

мұндағы X_n және Y_n – келесі нүктенің координаталары,

X_{n-1} және Y_{n-1} – алдыңғы нүктенің координаталары,

ΔX және ΔY – координаталар өсімшелері.

1-нүктенің координаталары тапсырманың бастапқы берілімдер бөлімінде қабылданған шамасына тең.

Координаталарды есептеу, өңдеу 5-кестеде берілген координаталарды есептеудің дұрыстығын, 5-нүктенің координаталары арқылы 1-нүктеге тән өсімшелерді пайдаланып, оның берілген координаталарын тауып тексеруге болады (10 және 12 тік жолдар).

10.8. Теодолиттік түсірістің планын салу және құру

Планды құру координаталар торын құрудан басталады. Координаталық тор қабырғалары 10x10 см шаршы болып, ол ватман қағазының 297x420 мм (А-3) форматына салынады.

Координаталық тор циркуль-өлшегіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен сызылады. Координаттық торды құрудың бастапқы берілімдері болып, полигонның төбелерінің есептелінген координаталары табылады.

Координаталарды есептеу журналына абсцисса осінің (X) солтүстікке бағытталған ең үлкен және оңтүстікке қарай бағытталған ең кіші мәндерін жазып алады. Сонымен бірге ордината осінің (Y) шығысқа қарай бағытталған ең үлкен, батысқа қарай бағытталған ең кіші мәндерін жазып алады да, олардың айырмасын табады.

Мысалы: $X_{солтүс.} = +950,49 \text{ м}$ $Y_{ш.} = +1290,14 \text{ м}$
 $X_{оңтүс.} = +537,03 \text{ м}$ $Y_6 = +1000,0 \text{ м}$
 $+413,46 \text{ м}$ $+290,14 \text{ м}$.

1:2000 масштабта торды құру үшін, солтүстікке қарай екі шаршы (413,46:200 \approx 2 шаршы, әр шаршының қабырғасының ұзындығы 200 м) және батысқа қарай екі шаршыдан кем емес шама (290,14:200 \approx 1,5 шаршы) керек.

Координаттық торды құру үшін, бір парақ қағазға (А-3) қиылысқан екі диагональдарды сызады, бірінің бағыты солтүстікке, екіншісі шығысқа қарай. Олардың қиылысқан жерінен циркуль-өлшегішпен 10 см ұзындықты белгілейді де дециметрлік шаршы құрады.

Координаталық торды құру және оларды цифрлау кездерінде, план салынатын қағаздың әр шетінен жобамен бірдей қашықтықта орналасуын қадағалайды, яғни төменгі жағынан 5-6 см сызықтық масштаб жазуға, жоғарғы жағынан 4-5 см планның атын жазуға қалдырады.

Шаршы қабырғаларын құру дәлдігі 0,2 мм аспауы керек.

Құрылған торды 48-суретте көрсетілгендей жазулармен толықтырады.

Теодолиттік жүрістің төбелерін планға 1-кестеден алынған, олардың координаталарын пайдаланып салады.

Жер бетіндегі қосындарды (44-сурет) сұлбаға қарап отырып, теодолиттік жүріс төбелерінен және қабырғаларынан бастап салады.

Планды толық орындау (7-сурет) үлгіге сай атқарылады.

7-кесте

Төбелерінің реті	Өлшенген бұрыштар	Жазық арақашықтықтар, м.	Ескерту
1	135° 22',5	187,30	
2	81° 13',5	225,00	
3	142° 34'	156,65	
4	103° 51',5	271,37	
5	76° 57'	265,73	

$$P = 1106,05$$

Нүктелер	Жазық бұрыштар			Дирекциондық бұрыш	Румб		cos γ sin γ	Жазық арақашықтықтар L, м.	Координаталар өсімшелері						Координаталары			
	Өлшеген	Түзетулер	Түзетілген		Шифр	° ' "			° ' "	Есептелінген			Түзетілген			X	Y	
										±	Δy	±	Δx	±	Δy			
1				36°30'	OB	36°30'	0,80386 0,59482	187,30	±	-0,07 150,56	+	-0,15 111,41	+	150,49	+	111,56	800,00	1000,00
2	81°13,5	+ 0,5	81°14'						-0,08	-0,19							950,49	1111,56
3	142°34'		142°34'	135°16'	O	44°44'	0,71039 0,70381	225,00	-	159,84	+	158,36	-	159,92	+	158,55	790,57	1270,11
4	103°51,5	+ 0,5	103°52'	172°42'	O	07°18'	0,99189 0,12706	156,65	-	-0,07	+	-0,13	-	155,45	+	20,03	635,12	1290,14
5	76°57'			248°50'	OB	68°50'	0,36108 0,93253	271,37	-	-0,10 97,99	-	-0,22 253,06	-	98,09	-	252,84		
1	135°22,5	+ 0,5	135°23'	351°53'	OB	08°07'	0,98998 0,14119	265,73	+	263,07	+	37,52	+	262,97	-	37,30	537,03	1037,30
									P=1106,05									

$$f_x = +0,42 \quad f_y = +0,91$$

$$f_{dnc} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

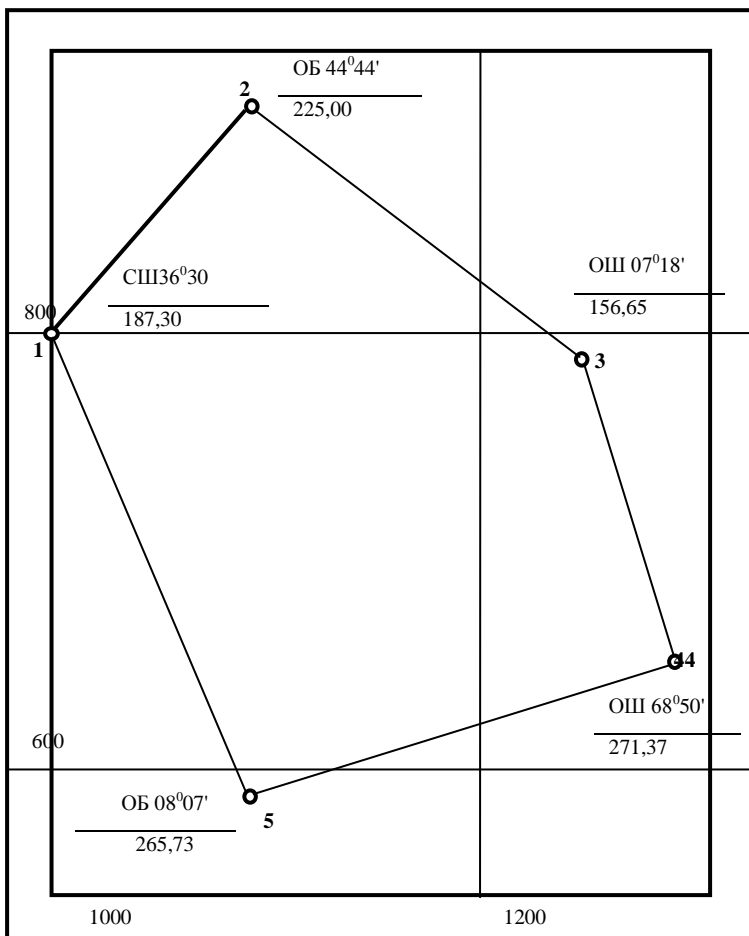
$$f_{dnc} = \sqrt{0,39^2 + 0,87^2} = 0,9; \quad f_{dnc} = \frac{f_{dnc}}{P} = \frac{1}{1106} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{1000}$$

$$f_{\rho_{дон}} = \pm 1' \sqrt{5} = \pm 2',3$$

$$\sum \beta_{\text{теп}} = 539^{\circ}58,5'$$

$$\sum \beta_{\text{дон}} = 540^{\circ}00'$$

$$f_{\beta} = -1',5$$



Шартты координаталар
жүйесі

Масштабы 1:2000
(1 сантиметрде 20 метр)

48 - сурет

Жер бетінде немесе қабылданған биіктік тұғырынан салыстырмалы түрде, арнаулы аспаптың көмегімен және есептеулер арқылы кез келген нүктелер арасындағы өсімшені анықтаудың біріккен нәтижесін *нивелирлеу* деп атайды.

Нивелирлеу тау-кен, геологиялық барлау (кен - қазба байлығы, мұнай, газ), құрылыс (азаматтық, өндіріс құрылыстары, мұнай-газ коммуникациялары, жол тораптары, метрополитен, тунельдер, т.б.) мекемелерінде керекті, әр түрлі инженерлік жұмыстарды атқаруда, нивелирлеу жер бетінің топографиялық түсірістердің биіктік негіздерін құру, жер бетін түсіру, кен қазбаларының әр түрлі қималарының профилдерін салу, қазбалардың жобалық көлбеулігін бағыттау, кен қабатының, сілемінің айтулы тұстарының биіктік шамаларын анықтау үшін қолданылады.

Қолданылатын аспаптары мен өлшеу тәсілдеріне қарап, нивелирлеу бірнеше түрге бөлінеді: *геометриялық, тригонометриялық, физикалық* (барометрлік, гидростатикалық, гидромеханикалық), механикалық (немесе автоматты) және *стереофотограмметриялық*.

Геометриялық нивелирлеу дегеніміз - аспаптың *нивелир* деп аталатын жазық көздеу сызығын пайдалану. Екі нүкте арасындағы биіктік айырмашылығын, сол нүктелер үстіне тік қойылған рейкаларға бағытталған, аспаптың көздеу сызығы тұсынан алынған есептер айырмашылығы арқылы анықтайды.

Геометриялық нивелирлеу өсімшелерді анықтаудағы ең көп тараған, жетілдірілген әдістердің біріне жатады. Бұл әдістің ең жоғарғы дәлдігі 1 шақырымдық жүріске 0,5 мм шамамен сипатталады.

Тригонометриялық нивелирлеу аспаптың көздеу осін нүктеге бағыттау арқылы іске асады. Мұнда көздеу осінің көлбеулігі мен екі нүкте арасындағы жазық (немесе көлбеу) ара қашықтықты қоса өлшейді. Өсімше тригонометриялық формулалар арқылы есептеледі.

Мемлекеттік триангуляциялық торларды дамытудағы тригонометриялық нивелирлеу дәлдігі 1 шақырым жүріске 0,02 мм шамамен сипатталады. Түсіру негіздерінің биіктік торларын құрудағы тригонометриялық нивелирлеу дәлдігі, әр 100 м ара

кашықтыққа 0,04 мм шамадан аспайтындығын іс жүзіндегі атқарылған жұмыстардан байқауға болады.

Барометрлік нивелирлеу атмосфералық қысымның теңіз деңгейі шамасына байланысты өзгеріп отыруына негізделген. Өсімшелері анықталмақшы екі нүктеде ауа қысымын, қызуын, ылғалдықты өлшей отырып, жұмыс атқарылған бір сәттегі (фиксированный момент времени) өсімшені h есептейді.

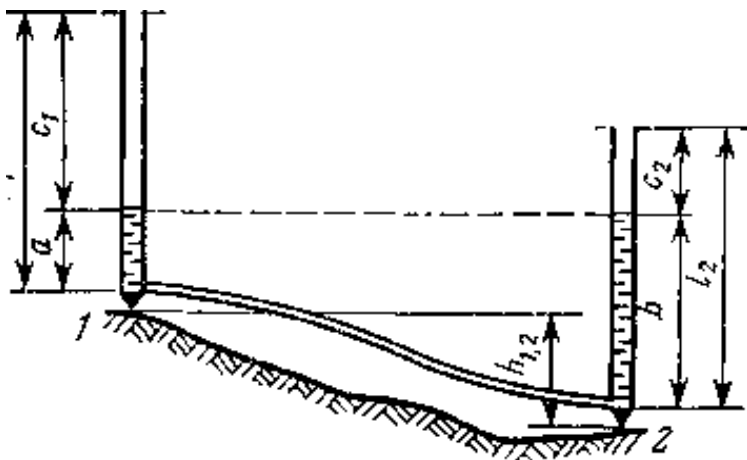
Таулы және тау маңындағы аудандарда барометрлік нивелирлеу әдісімен биіктік анықтау қателігі 1 м-ге дейін жетеді, ал жазық жерлерде микробарометрдің көмегімен биіктікті анықтау қателігін 0,1-0,3 м-ге дейін азайтуға болады.

Гидростатикалық нивелирлеу бір-біріне жалғасқан құбырлардың (әр түрлі диаметрлі құбырлар немесе түтік) ішіндегі сұйықтың екі басы бір деңгейде тұратындығына негізделген. 1 және 2 нүктелер үстіне қойылған *гидростатикалық биіктік өлшегіш* шкалаларынан a және b есептерін алып, өсімшені анықтайды (49-сурет).

$$\begin{aligned} h_{1-2} &= a - b = (l_1 - c_1) - (l_2 - c_2) \\ \text{немесе} \quad h_{1-2} &= (l_1 - l_2) - (c_1 - c_2) \end{aligned} \quad (97)$$

мұндағы, $l_1 - l_2$ – құбырлардың биіктіктері; $c_1 - c_2$ – құбырдың ұшынан сұйыққа дейінгі қашықтықтар.

Гидромеханикалық нивелирлеу нивелирленбекші нүктенің арасына қойылған гидростатикалық жүйе ішіндегі сұйықтың қысымын өлшеуге негізделген. Өсімшені гидростатикалық жүйе ішіндегі сұйықтан пайда болатын артық қысымның немесе вакуумның функциясы ретінде анықтайды.



49-сурет. Гидростатикалық нивелирлеу тәсімі

Механикалық нивелирлеу маятниктің әрқашанда тік жағдайда қалуға ұмтылатын қасиетіне негізделген. Маятник орнатылған көліктің (автомашина, велосипед, арба, т.б) жер беті рельефіне байланысты еңкею шамасын автоматты түрде, айналмалы цилиндр немесе фото-таспаға түсіріп, сол трассаның профилін алуға болады. Механикалық нивелирлеу жылдамдығы мен дәлдігі жоғары (1 шақырымға бірнеше сантиметр) болса ғана тиімді болады.

Стереофотограмметриялық нивелирлеу арнаулы стереоаспаптарды пайдаланып, бір нүктеден бір аймақты, бір-бірін қапсыра түсірілген екі фотосурет арқылы жер бетінің стереоскопиялық моделінен, өсімшені анықтауға негізделген. Стереофотограмметриялық өлшемдердің дәлдігі, онда қолданылатын әдістердің, жабдықтардың түрлері мен сапасына байланысты. Жер бетіндегі стереофотограмметриялық әдіспен биіктік анықтау дәлдігі 0,1-0,3 м шамамен сипатталады. Аэрофототүсірістер арқылы биіктік анықтау дәлдігі, орташа суретке түсіру биіктігінің 1/1500 қатынасындай шамаға тең.

Жоғарыда келтірілген нивелирлеу түрлерінің ішіндегі тау-кен, геологиялық барлау жұмыстарында кеңінен қолданылатын түрі, ол - геометриялық нивелирлеу.

11.2. Геометриялық нивелирлеу

Геометриялық нивелирлеу мәні. Геометриялық нивелирлеу принципі өте қарапайым. A және B нүктелерінің арасындағы өсімшені (бір-бірінен қанша биіктікте) анықтау үшін, екі нүктенің үстіне тігінен рейка ұстайды да, олардың ортасына нивелир аспабын қойып, рейкалардан есеп алады.

Нивелирлік рейка көбінесе ағаштан жасалады да, оған сантиметрлік бөліктер төменгі жағынан (табанынан) басталып салынады.

Геодезиялық аспап-*нивелир* – көру дүрбісі мен цилиндрлік деңгейдің (немесе компенсатордың) қосылған түрі. Деңгей арқылы дүрбінің көздеу осін жазық жағдайға келтіреді. Дүрбінің жазық көздеу сәулесі рейкалардың A' және B' нүктелерінде қиылысады. A және B нүктелеріндегі AA' және BB' кесінділерінің айырмасы өсімше деп аталады, яғни A және B нүктелері бір-бірінен қанша биіктікте (50-сурет).

$$h_{AB} = AA' - BB'. \quad (98)$$

Рейкадан алынған a және b есептері өзіне тән AA' және BB' ұзындықтарына тең болғандықтан, 105-формуланы төмендегідей өрнектейміз:

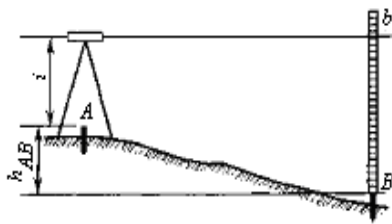
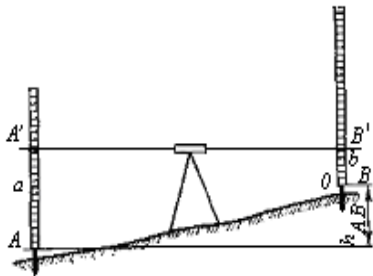
$$h_{AB} = a - b. \quad (99)$$

Салыстырмалы түрде, сол нүктеден өсімше анықталатын A нүктесін “соңғы”, ал екінші нүкте B “алдыңғы” деп атау қабылданған. Сонда екі нүкте арасындағы өсімше, соңғы рейкадан алынған есеп, минус алдыңғы рейкадан алынған есепке тең болады. Бұл қаралған әдіс *ортадан нивелирлеу* деп аталады.

Алдыға нивелирлеу деген тағы бір әдіс бар. Мұнда, нивелирді A нүктесіне орнатады, ал B нүктесіне рейканы қояды. Таспамен (немесе рейкамен) жерге қағылған қазықшаның төбесінен аспаптың көздеу дүрбісі окуляры ортасына дейінгі қашықтықты, яғни *аспап биіктігін* (i) өлшейді, ал B нүктесіне

қойылған рейкадан b есебін алады. Сонда, екі нүкте арасындағы өсімше (51-сурет):

$$h_{AB} = i - b. \quad (100)$$



50-сурет. Геометриялық нивелирлеу нивелирлеу

51-сурет. Алға

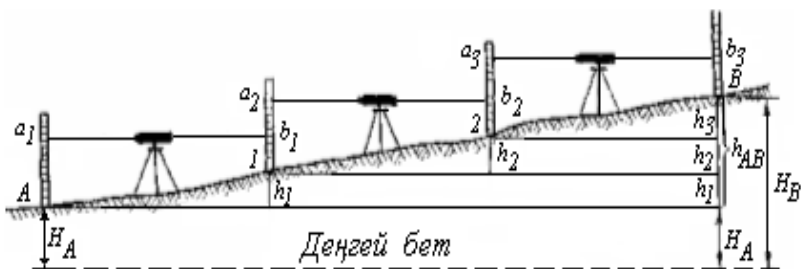
мәні

әдісі

Яғни, алдыға нивелирлеу әдісімен анықталған екі нүкте арасындағы өсімше, аспап биіктігі (i) минус алдыңғы рейкадан алынған есепке (b) тең болады.

Алдыға нивелирлеу әдісі іс жүзінде көп қолданылмайды, себебі бұл әдіс дәлдігі, сенімділігі жағынан ортадан нивелирлеу әдісінен төмен. Мысалы, ортадан нивелирлеу кезінде көздеу осінің жазық еместігінен болатын қате өзінен өзі жойылып кетеді. Оның үстіне ортадан нивелирлеуде Жердің дөңестігі мен рефракциядан болатын қателерді іс жүзінде ескермеуге болады.

Егер өсімше нивелир аспабын бірақ рет орнатудан (іс жүзінде бір орнатуды *бір станция*, *бір тұрақ* немесе *бір штатив* деп атайды) анықталған болса, онда мұндай нивелирлеуді *қарапайым нивелирлеу* дейді. Ал, егер бұл жұмысты бірнеше станциядан атқаруға тура келетін болса, онда мұндай нивелирлеуді *күрделі нивелирлік жүріс* деп атайды (52-сурет). Нивелирлік жүрістегі іргелес станцияларға ортақ нүктелер *жалғастырушы нүктелер* деп аталады. Нивелирлік жүрістегі соңғы B нүктесінің бастапқы A нүктесінен өсімшесі (биіктігі), *жалғастырушы нүктелердегі өсімшелердің қосындысына тең* екені өзінен өзі



52-сурет. Күрделі нивелирлеу тәсімі

белгілі, яғни:

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad (101)$$

немесе 99-формуланы есепке ала отырып,

$$h_{AB} = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i \quad (102)$$

Егер бастапқы A нүктесінің биіктігі H_A белгілі болса, онда соңғы B нүктесінің биіктігін формула арқылы табады:

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (103)$$

Құрылым бойымен сызық тәріздес (автожол, электр желісі, т.б.) нүктелердің биіктігін анықтау немесе нивелирлік қосын, полигонометриялық немесе теодолиттік жүріс қосындары биіктіктерін анықтаудағы күрделі геометриялық нивелирлеу ұзынабойлық нивелирлеу деп аталады. Егер геометриялық нивелирлеу берілген тығыздықтағы, белгілі бір алаңдағы нүктелер биіктіктерін анықтауда жүргізілетін болса, онда мұндай геометриялық нивелирлеуді алаңды нивелирлеу дейді.

11.3. Нивелир аспабының құрылысы және түрлері

Көздеу дүрбісінің жазық сәулесін және арнаулы рейка арқылы, кез келген нүктелер арасындағы биіктік өсімшелерінің

айырмасын анықтауда қолданылатын геодезиялық аспапты *нивелир* деп атайды.

Нивелир аспабының конструкциялық ерекшелігі, ол көздеу осін жазық жағдайға оңай келтіру болып есептеледі. Қазіргі нивелирлердің көздеу осін цилиндрлік деңгей арқылы немесе арнаулы құрылғының (компенсатор) көмегімен автоматты түрде жазық жағдайға келтіреді. Сондықтан, қазіргі нивелирлерді *дүрбі жанына деңгей орнатылған және көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін* (көздеу осі жазық жағдайға өзі келетін) нивелирлер деп бөледі.

Нивелирлердің негізгі параметрлері

9-кесте

№ п/п	Көрсеткіштері	Нивелирлердің түрлері		
		Н-05	Н-3	Н-10
1	1 шақырым қос жүрістің орташа шаршылық қатесі, мм көп емес	0,5	3	10
2	Дүрбісінің үлкейту шамасы, есе	40	30	20
3	Ең аз нивелирлеу қашықтығы, м	5	2	2
4	Дүрбі жанындағы деңгейдің ауытқу шамасы, 2 мм. с, көп емес	10	15	45
5	Көздеу өсінің қалпынан ауытқу шамасы, с, көп емес	0,2	0,5	1
6	Ілмелі жүйесінің теңселу уақыты, с	2	2	2
7	Салмағы, кг, көп емес	6	3	2

Дүрбі жанына деңгей орнатылған нивелирлердің негізгі геометриялық шарты, ол - цилиндрлік деңгей мен дүрбі көздеу осьтерінің параллельдігін сақтау.

Көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін нивелирлерде арнаулы компенсатор деп аталатын жабдық арқылы дүрбінің көздеу осі, жазық жағдайға автоматты түрде өзі келеді.

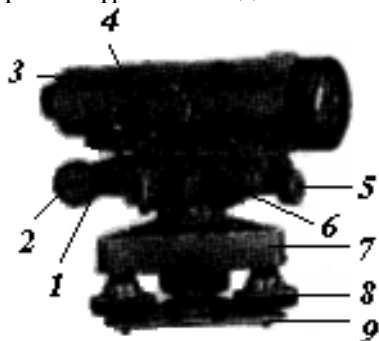
Нивелир класстары, дәлдігі бойынша жоғарғы дәлдікті, дәл және техникалық болып бөлінеді. 6-кестеде көрсетілгендей ГОСТ-10528-76 сай нивелирлердің Н-05, Н-3 және Н-10 шифрлы түрлері және 1 шақырым ара қашықтықты екі қайта нивелирлеудің орташа шаршылық шектік қатесі берілген.

Жоғарыда келтірілген нивелирдің барлық үш түрі де цилиндрлік деңгеймен немесе компенсатормен шығарыла береді. Н-3 және Н-10 нивелирлері кейде жазық бұрыштарды өлшеуге арналған лимбамен жабдықталады. Арнайы нивелирлер атының жанына “К” немесе “Л” әріптерін қосып, бұл аспаптың ерекшелігін көрсетеді, яғни “К” компенсатормен, “Л” лимбамен жабдықталған.

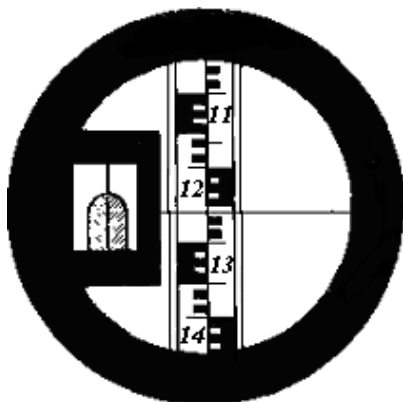
Төменде ТМД елдерінде көп тараған нивелирлер Н-3, Н-3К және шетелдік аспаптардың ішіндегі кеңінен қолданылып жүрген дәл нивелирлерінің бірі - Ni 025 (ФРГ) аспаптарының құрылыстарын мен жұмыс істеу реттерін қарастырамыз.

Н-3 нивелирі, III классты нивелирлеуде қолданылады. Оның 1 шақырым жүрісті екі рет жүріп өтудегі орташа шаршылық қатесі 4 мм-ден аспайды. Сонымен бірге, бұл нивелирді әр түрлі инженерлік құрылыс нысандарын салу кездерінде жиі қолданады. Н-3 нивелирі, көздеу дүрбісі жанында цилиндрлік деңгей мен элевациондық тетігі қоса орнатылған жабық (глухой) аспап (53-сурет). Үш көтергіш бұрандасы бар (8) тұрақ (7) серіппелі пластинкаға (9) бекітілген. Оған сонымен бірге аспаптың айналмалы цилиндрлік тік осінен бекітілген. Көру (көздеу) дүрбісі (3) жазық жазықтықта аспаптың тік осін айнала бұрылады. Нивелирдің көздеу осін жазық жазықтыққа, дүрбіге қатаң жалғасқан цилиндрлік деңгей көмегімен келтіреді. Элевациондық тетікті (2) бұрай отырып, дүрбі ішіне призма

арқылы жеткізілген цилиндрлік деңгей көпіршігінің екі басы түйісіп тұратын жағдайға келтіреді.



53-сурет. Нивелир Н-3



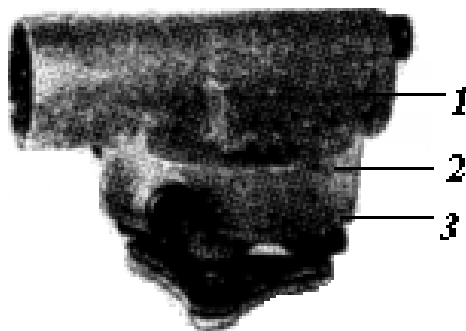
54-Сурет. Н-3 нивелирінің дүрбі ішінің көрінісі

Бұл аспаптың конструкциялық ерекшеліктерінің бірі - рейкадан есеп алу кезінде, деңгей көпіршігінің ортадан тұрғандығына тұрақты түрде көз жеткізуге болатындығы.

Алдын ала аспапты қалыпты жағдайға келтіру үшін дүрбі қондырғысында орналасқан дөңгелек деңгейді (1) пайдаланады. Дүрбі үстінде мушка орналасқан. Ал дүрбіні рейкаға дәл бағыттау, бекіткіш бұранданы (5) қатайта отырып, жайлап бұрғыш тетік арқылы (6) іске асады. Дүрбінің фокустық ара қашықтығын реттеу үшін, оның бүйірінде орналасқан

кремальерді (4) пайдаланады. Рейкадан есеп алмас бұрын цилиндрлік деңгейді нөлдік-қосынға (нуль-пунктке) келтіреді (54-сурет).

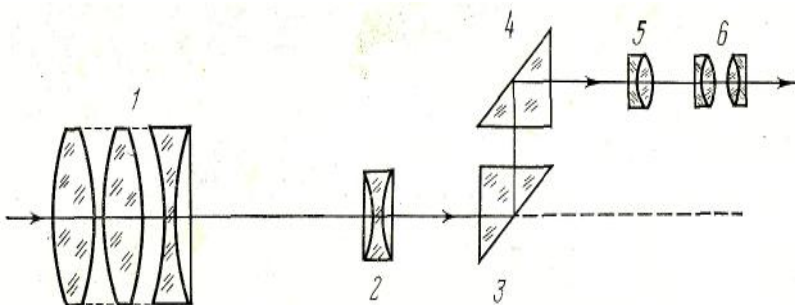
Н-3К нивелирі III-IV классты нивелирлеуде және тау-кен, геологиялық барлау, мұнай-газ мекемелеріндегі өндіріс жұмыстарында, құрылыстарында, т.б. инженерлік құрылыстарды салғанда, кеңінен қолданылады (55-сурет). Бұл нивелир, *көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін* аспаптар қатарына жатады. Аспапты жұмыс бабына келтіру, аспап қондырғысының үстіне орналасқан дөңгелек деңгей (2) арқылы іске асады. Қолдануға ыңғайлы болу үшін, деңгей айналмалы айнамен (1) жабдықталған.



55-сурет. Н-3К нивелирі

Дөңгелек деңгейді ортаға тез келтіру үшін, аспаптың көтергіш бұрандалары ірі адымды болып келеді. Көздеу дүрбісін бағыттау колмен, ал дәлдеп бағыттау аспаптың екі жағына шығып тұратын шексіз айналмалы тетік-бұранда (3) арқылы іске асады.

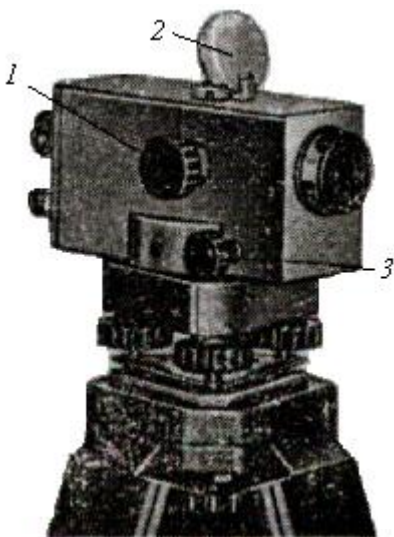
Н-3К нивелирінің көру дүрбісі (56-сурет) үш линзалық объективтен (1) тұрады. Мұнда фокусын өзгертуші линза (2), жіп торы (5) және окуляр (6) орналасқан. Фокустық ара қашықтықты реттегіш линза және жіп торының шоғырланған сәулелері қиылысатын жерде екі тік бұрышты призмалардан (3) және (4) тұратын компенсатор орналасқан.



56-сурет. Н-3К нивелирінің оптикалық тәсімі

Төменгі призма (3) сезімтал элемент ретінде аспаптың жоғарғы жағына айқасқан болат жіпсымдармен ілінген. Компенсатор маятнигінің тербелісін тоқтату ауалы поршеньдік демпфермен іске асады. Көру дүрбісінің көлбеу жағдайында маятник өзінің тік қалыпты жағдайын сақтайды да, нәтижесінде жіп торының ортаңғы сызығы көздеу осінің жазық жағдайына дәл келіп тұрады. Жіп торының тік жазықтықта қалуын реттеп тұратын дүрбі окулярының ішінде түзеткіш бұрандалары бар.

Ni 025 (ФРГ) нивелирі IV классты нивелирлеуде және тау-кен, геологиялық барлау, мұнай-газ мекемелеріндегі өндіріс жұмыстарында, құрылыстарда, т.б. инженерлік құрылыстарды салу кездерінде қолданылады. Бұл аспапта *көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін* аспаптар қатарына жатады (57-сурет). Аспаптың жоғарғы жағындағы қораптың ішінде көру дүрбісінің оптикалық жүйесі мен компенсатор орналасқан. *Ni 025* аспабының кейбір түрлері жазық бұрыштарды өлшеуге

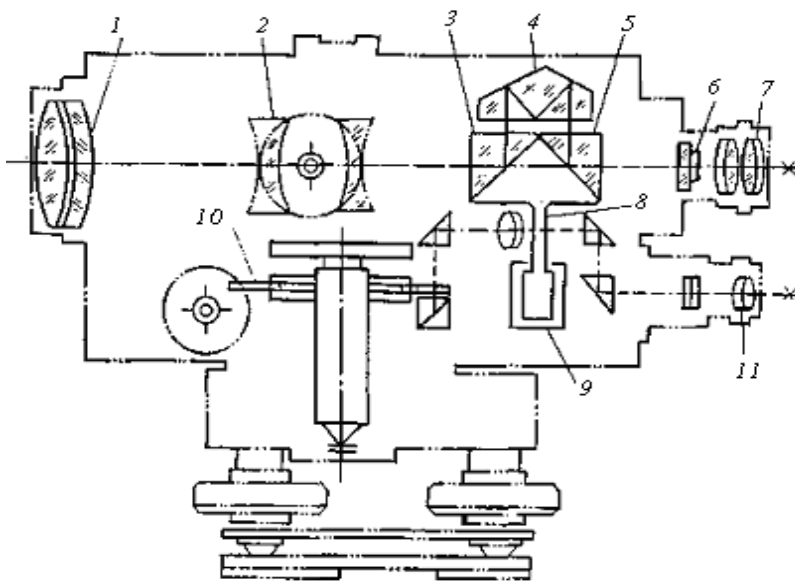


57-сурет. Ni 025 дәл нивелирі

арналған шыны дөңгелекпен жабдықталған. Көру дүрбісі ішкі фокустаушы құрылғы арқасында бейнені тура қалпында көрсетеді. Фокустық реттегіш (4) аспаптың бүйірінде орналасқан. Көздеу дүрбісін бекіту тетігі бұл аспапта болмайды. Көздеу дүрбісін бағыттау қолмен, ал дәлдеп бағыттау аспаптың екі жағына шығып тұратын шексіз айналмалы тетік-бұранда (3) арқылы іске асады.

Аспапты қалыпты жағдайға келтіру, оның жоғарғы жазықтығында орналасқан дөңгелек деңгейдің көмегімен атқарылады.

Ni 025 нивелирінің оптикалық тәсілі 58-суретте көрсетілген. Мұнда, объектив (1), фокустық линза (2), жіп торы (6), окуляр (7). Фокустық ара қашықтықты реттегіш линза мен жіп торының шоғырланған сәулелері қиылысатын жерде үш тік бұрышты демпфері (9) бар призмалардан (3), (4) және (5) тұратын компенсатор орналасқан. 3 және 5 призмалар маятникке (8), ал 4 призма көздеу дүрбісіне бекітілген. Көздеу дүрбісін еңкейткен кезде, 3 және 5 призмалардың алдыңғы және артқы жазықтықтары тік жағдайда қалады.



58-сурет. Ni 025 нивелирінің оптикалық тәсімі

Жазық бұрыштарды өлшеуге арналған шыны дөңгелектегі (10) шкала көздеу дүрбісінің астында орналасқан микроскопқа призмалар арқылы беріледі.

11.4. Нивелирлік рейкалар

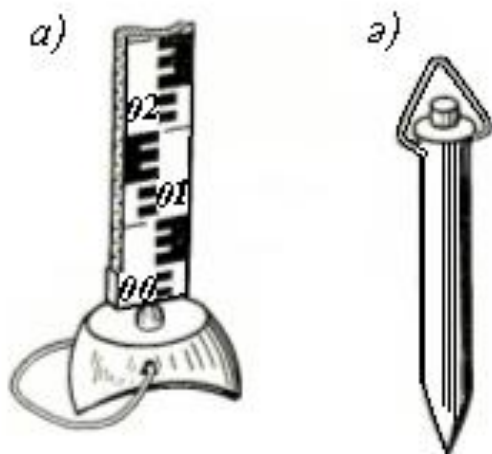
Әр нивелирге екі рейканы бекіту, оның жабдықтық құрамына жатады. Рейканың шкаласы бір жағында ғана болса, онда ол *біржақты*, ал екі жағында да шкаласы бар болса, *екіжақты* рейкалар деп аталады. Екіжақты рейканың бір жағында (қара жағында) қара, ақ түсті, ал екінші жағында (қызыл жағында) қызыл, ақ түсті бөліктері болады. Рейканың төменгі ұшы металл пластинкамен қапталады да, қара жағының шкалалық басымен, яғни шкаланың нөлдік санымен дәл келеді және он *табаны* деп атайды. Рейканың қызыл жағы ойдан алынған кез келген цифрдан басталады, мысалы 4785, сонда екі жағынан алынған есептің айырмасы (іс жүргізуші өзін-өзі

тексеріп отыру үшін) ылғи да тұрақты болады. Біздің мысалымызда ол 4785 тең болуы керек.

Нивелирлеу кезінде рейканы табанымен төмен, биіктігі анықталмақшы нүктенің үстіне қойылады. Нүкте ретінде сырты дөнес “башмак” деп аталатын жабдық немесе темір қазықша қойылады (қағылады). 59а, ә-суреттерде сол башмак және темір қазық көрсетілген. Башмак пен темір қазықша нивелирленуші нүктелер жер бетінде бекітілмейтін жағдайларда қолданылады.

Рейкадан есеп алу, яғни рейкаға барып тірелетін нивелирдің көздеу осімен, рейка табаны арасындағы ұзындықты анықтау. Рейкадан есеп алуды оңайлату үшін, оның әр бес бөлігі Е әрпі тәріздес графикалық топқа біріктірілген. Бір бөліктің ұзындығы (биіктігі) *рейканың бөлік бағасы* деп аталады. Дециметрлік және метрлік шамалары араб цифрларымен жазылған. Рейка цифрларының жазуы, қолданылатын аспаптың түріне байланысты дүрбіден қарағанда түзу немесе аударылған болуы мүмкін. Рейкадан есеп алу мына ретпен оқылады:

- 1) бүтін дециметрлік бөліктерді санайды;
- 2) бүтін сантиметрлік бөліктерді санайды;
- 3) соңғы толық емесе сантиметрдің шамасын көз мөлшерімен алады.



59-сурет. а) нивелирлік башмак; ә) нивелирлік темір қазықша

Осы алынған есептерден төрт орынды сан құралады, мысалы 1257. Есептерді жазушыға оңай болу үшін, осы санды екіге бөліп, *он екі, елу жеті* деп хабарлайды.

Рейкаларды геометриялық нивелирлеуде ГОСТ 11158-76 стандартына сай төмендегі типке бөледі: РН-05, РН-3 және РН-10.

РН-05 типті рейка біржақты штрихты I және II классты нивелирлеуде қолданылады. Орташа шаршылық қатесі 1 шақырымдық ара қашықтыққа 0,5 мм.

РН-3 типті рейкалар екіжақты, III және IV классты нивелирлеуде, инженерлік-геодезиялық ізденісте қолданылады. Орташа шаршылық қатесі 1 шақырымдық ара қашықтыққа 3 мм.

РН-10 типті рейкалар екіжақты, ол техникалық нивелирлеу мен құрылыс жұмыстарында қолданылады.

Рейкалар екі түрлі конструкциялы болады: бүтін және жиналмалы. РН-3 типті рейкалар 3 және 4 метрлік, жиналмалы болады.

Жоғарғы дәлдікті нивелирлеу жұмыстары үшін бүтін, 3 метрлік рейка қолданылады. Оның шкалалары металдан жасалған таспаға арнаулы әдістермен салынады. Рейканы тік жағдайда ұстап тұру үшін, оны деңгеймен жабдықтайды.

11.5. Нивелирді тексеру және түзету

Жұмыс жасар алдында нивелирді жіті қарап, тексеріп, оның дұрыстығына көз жеткізу керек. Нивелир аспабы төмендегі геометриялық шарттарды қанағаттандыруы керек:

1. *Дөңгелек деңгейдің осі аспаптың айналу осіне параллель болуы керек.*

Аспаптың көтергіш бұрандалары арқылы дөңгелек деңгейді ортасына (нөлдік қосынға) келтіреді. Нивелирдің жоғарғы жағын 180^0 -қа бұрады. Егер деңгей көпіршігі ортасында қалатын болса, онда жоғарыдағы шарттың орындалғандығы. Ал, деңгей көпіршігінің ауытқуы шекті шамадан асып кетсе, онда шарттың бұзылғандығы, яғни аспапты пайдалануға болмайды. Дөңгелек деңгейді орнына келтіру, оның түзеткіш бұрандалары арқылы іске асады. Түзеткіш бұрандалар арқылы деңгей көпіршігінің ауытқу шамасын жартысына дейін келтіреді де, екінші ауытқу шамасының жартысын көтергіш бұрандалар арқылы келтіреді. Бұл жұмысты, деңгей көпіршігін аспапты кез келген жағына бұрса да ортасында қалатын жағдайына келтіргенше, қайталайды.

2. *Жіп торының жазық сызығы аспапты қалыпты жағдайға келтіргеннен кейін жазық жазықтықта жатуы керек.* Тексеру шартын орындау үшін, аспапты қалыпты жағдайға келтіреді. Аспап дүрбісінің торы қамти алатын, нивелирден 20-30 м жерден бір нүктені таңдап алады. Дүрбінің бағыттаушы тетігін бұрай отырып, таңдап алынған нүктенің, жіп торы жазық сызығынан ауытқуын бақылайды. Егер, нүкте жазық жіп торы сызығынан ауытқымаса, онда шарттың орындалғаны. Шарт орындалмаған жағдайда, көру дүрбісінің окуляры ішіндегі жіп торын бекіткіш бұрандалары арқылы түзетеді.

Бұл түзетуді 10-15 м жерге ілінген тіктеуіш жібіне, жіп торының тік сызығын дәл келтіру арқылы да орындауға болады.

3. *Цилиндрлік деңгей мен көздеу дүрбі осьтерінің жазықтықтағы проекциялары параллель болуы керек.* Нивелирден 50-75 м жерге көтергіш бір бұранданың бағытымен

рейка қойылады. Дөңгелек деңгейді пайдаланып, аспаптың айналу осін тік жағдайға келтіреді. Дүрбіні рейкаға бағыттап, элевациондық тетік арқылы цилиндрлік деңгейдің көпіршігін нөл-қосынға келтіреді де, рейкадан есеп орнын белгілейді.

Дүрбінің екі жағындағы көтергіш бұрандаларды бір жаққа 2-3 рет бұрап (екі көтергіш бұранда көздеу осіне перпендикуляр орналасқан болатын), рейкадағы есептің өзгеруін бақылайды. Әрі қарай нивелирді келесі жағына, яғни сол екі көтергіш бұрандаларды қарама-қарсы жаққа бұрайды.

Егер, осы тексерудің нәтижесінде цилиндрлік деңгей көпіршігінің ұштары түйісіп тұрған қалпын сақтап, өзгермесе, онда жоғарғы геометриялық шарттың орындалғаны. Нивелирді қай жағына еңкейтсе де, деңгей көпіршігі бір жағына қарай жылжитын болса, онда айтылған осьтер бір-біріне параллель, бірақ айқасқан жазықтықта жатқаны. Бұл жағдайда да, геометриялық шарттың орындалғаны. Ал егер аспапты қарама-қарсы жаққа еңкейткенде деңгей көпіршігі бір бөліктен артық шамаға ауысса, онда шарттың орындалмағаны. Бұл жағдайда деңгейді түзеткіш бұрандалары арқылы қалпына келтіру керек;

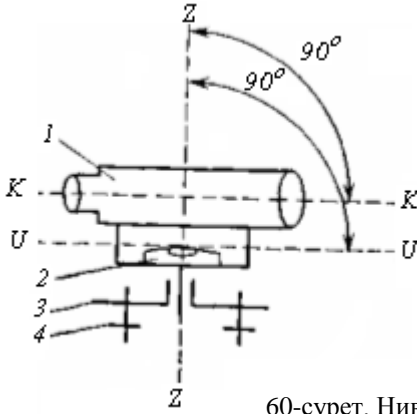
4. *Цилиндрлік деңгей және көздеу дүрбісі осьтерінің тік жазықтықтағы проекциялары параллель болуы керек.* Нивелир аспабы түзулігінің бұл шарты *бас шарты* болып есептеледі. Бұл екі осьтің қатаң түрде параллельдігін сақтап отыру іс жүзінде мүмкін болмағандықтан, бұл осьтердің параллель еместігін білдіретін ν бұрышының шектік шамасын енгізеді (60-сурет):

жоғарғы дәлдікті нивелирлерде $\nu \leq 10''$;

дәл нивелирлерде $\nu \leq 15''$;

техникалық нивелирлерде $\nu \leq 45''$.

III, IV кластық және техникалық нивелирлеуде ν бұрышын есептемей, нивелирдің жұмыс істеу ұзындығына сай, рейкадан алынған есептің қатесін (x) анықтаумен шектеледі.



60-сурет. Нивелирдің Бас шартының тәсімі

Нивелирдің Бас тексеруін орындау бір ара қашықтықты екі рет алға нивелирлеу әдісімен іске асады. Жазық алаңда A және B нүктелерін қазықшамен бір-бірінен 70-80 м жерге бекітеді (61а-сурет). Нивелирді A нүктесінің үстіне орнатып, рейканы B нүктесіне қояды. Аспапты қалыпты жағдайға келтіріп, оның i биіктігін металл таспа немесе рейканың көмегімен (қазықшаның төбесінен бастап, көздеу осіне дейінгі аралықты) өлшейді. Дүрбіні рейкаға бағыттайды да, элевациондық тетік арқылы деңгей көпіршігін нөл-қосынға келтіреді және a_1 есебін жіп торының ортаңғы жазық сызығы тұсынан алады.

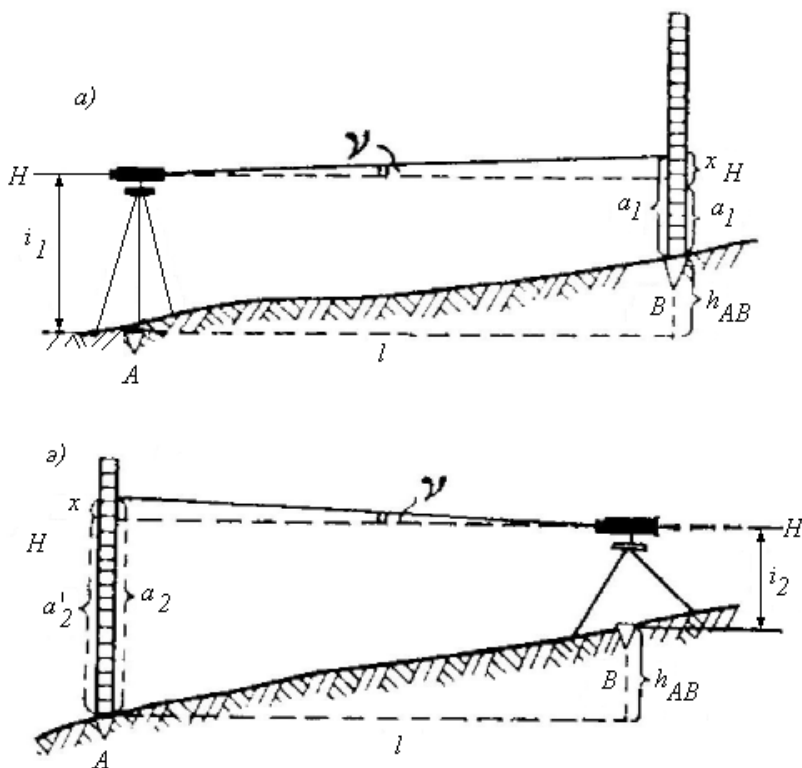
Рейканы бақылау кезінде, көздеу осі тік жазықтықта HH горизонтына қарағанда ν бұрышына өзгеріп тұр деп есептейік. Нәтижесінде

a_1 x шамасындай категе тең болады. B нүктесінің A нүктесінен өсімшесі h төмендегі формуламен анықталады:

$$h_{AB} = i_1 + x - a_1. \quad (104)$$

Нивелир мен рейканың орнын ауыстырып, аспапты қалыпты жағдайға келтіреді де, аспаптың жаңа биіктігін i_2 өлшейді, рейкадан a_2 есебін алады. Көздеу осінің тік жазықтықта HH горизонтына қарағанда ауытқу бұрышы ν

бұрынғы шамасына тең. Бұл өзгеріс кезіндегі B нүктесінің A нүктесінен өсімшесі h екінші рет анықталады (61а-сурет).



61а,ә-суреттер. Нивелирдің бас тексеруін түзету тәсімі

$$h_{AB} = a_2 - i_2 - x. \quad (105)$$

A және B нүктелерінің арасы екі нивелирлеуде бірдей болғандықтан, x мәніде 104-формуладағы шамасындай болады.

(104) және (105) формулаларды теңестіріп, осы теңдеуден аспап горизонты ауытқуынан болған x шамасының мәнін табамыз:

$$x = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} . \quad (106)$$

Осыған тән v бұрышын формуламен есептейді:

$$v = x \rho''/l. \quad (107)$$

мұндағы l – екі нүкте арасындағы қашықтық, мм.

Егер x мәні 4 мм аспаса, онда шарт іс жүзінде орындалды деп есептейді. Кері жағдайда, аспапты нүкте үстінен алмастан оны түзетуге кіріседі. Түзетуді цилиндрлік деңгейдің түзеткіш бұрандаларымен іске асырады.

Көздеу дүрбісінің элевациондық тетігі арқылы A нүктесі үстіндегі рейкадағы есепті төмендегі формуламен анықталынған шамаға қояды:

$$a'_2 = a_2 - x. \quad (108)$$

Бұл кезде, әрине деңгей көпіршігінің бастары айырылып (ауытқып) кетеді. Цилиндрлік деңгей бүйіріндегі үйлестіруші бұрандаларын аздап босатып, жоғарғы және төменгі үйлестіргіш бұрандаларымен (кері қарай бұрап) деңгей көпіршігін ортасына келтіреді. Соңынан бүйірдегі үйлестіргіш бұрандаларды бекітеді. Түзетуді тексеру үшін, қайталап істейді.

11.6. Көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін нивелир аспаптарын тексеру және түзету

Көздеу осі өздігінен қалыпты жағдайға келетін нивелир аспаптарының мына геометриялық шарттарын тексеріп, түзетулер жасауға болады:

1. Дөңгелек деңгейдің және аспаптың айналу осьтері бір-біріне параллель болуы керек.

Бұл тексеріс дүрбі жанында деңгейі бар аспаптардағыдай атқарылады. Дөңгелек деңгейді түзету аспап қорабына жанама цилиндрлік деңгей (бөлік шамасы $30''$ артық емес) орнату арқылы жасауға болады. Жанама деңгеймен аспапты қалыпты жағдайға келтіргеннен кейін, дөңгелек деңгейдің түзеткіш бұрандалары арқылы, оның көпіршігін ортасына келтіреді. Түзетуді бірнеше рет қайталап, дұрыстығына көз жеткізеді.

2. Аспапты қалыпты жағдайға келтіргеннен кейін, жіп торының көлденең сызығы жазық жазықтықта жатуы керек. Бұл тексеруде дүрбі жанында деңгейі бар нивелир аспаптарындағыдай атқарылады;

ν бұрышын анықтау үлгісі

10-кесте

Нивелир Н-3. №200103, ара қашықтық $l = 70,4$ м

Амалдар реті	Нүктелер реті	Аспап биіктігі, $l, м$	Рейкадан алынған есептер, a	$x, мм$
I	1	1470	1682	-3.0
	2	1505	1287	
II	1	2975	2969	-2.0
	2	1423	1635	
		1550	1334	
		2973	2969	$x_{cp} = -2,5$
$\nu = \frac{-2.5 \cdot 206000}{70400} = -7,3''$				

3. Көздеу сызығы жазық жазықтықта жатуы керек. Түзету екі рет нивелирлеу арқылы, яғни дүрбі жанында деңгейі бар нивелир аспапта-рындағыдай атқарылады.

11.7. Техникалық нивелирлеу кезіндегі түз жұмыстары

Әр түрлі инженерлік-техникалық жұмыстарда қолданылатын гео-метриялық нивелирлеу түрін *техникалық нивелирлеу* дейді.

Техникалық нивелирлеу, сызықтық нысандардың осімен жүре отырып, оның ұзынабойлық профилін салу үшін жүргізіледі. Мысалы, автожолдардың, электр, байланыс желілерінің, каналдар мен тоғандар, т.б. ұзынабойлық профилдерін салу үшін. Мұнда, айтылған нысан осінің ұзынабойындағы белгілі бір интервалға бөлінген (50-100 м)

нүктелердің биіктік, пландық орналасулары және жер бедерінің ерекшеліктерін көрсететін қосымша, айтылған нүктелердің жер бетіндегі жағдайлары анықталады.

Техникалық нивелирлеудің түздік жұмыстарына кіретіндер: дайындық жұмыстары, түсірілмекші жерді шолу (рекогносцировка), бекетке бөлу және трасса бойы мен оған жақын орналасқан құрылымдарды түсіру, бұрылыстарды қадалау, трассаның бұрылыстарын бекетке бөлу, бекеттерді нивелирлеу.

Дайындық жұмыстарына: геодезиялық аспаптар мен жабдықтарды тексеру, түзету, құрал-саймандарды түгендеп жұмыс орнына жеткізу және ұйымдастыру шаралары жатады.

Нивелирлеу жүргізілмекші *жерді шолу*, трассаның қай жерімен өтетіндігін қарап, бекіту. Трассаның өтетін тұстарын төте, ойлы-қырлы жерлері, геологиялық (батпақ, сор, жер қыртысы тиянақсыз, т.б.), географиялық-экономикалық (орман, көл, шабындық, елді мекен, көне архитектуралық ескерткіштер, т. б.) кедергілері мүмкіндігінше аз немесе оларды айналып өтетін жолдарды қарастыра отырып, бекітеді. Трассаның бағытын толық бекіткеннен кейін, *бекеттерге бөлу* жұмысы жүргізіледі, яғни әр 100 м сайын трассаның осін бөледі. Осы бөліктердің бастапқы, соңғы нүктелерін *бекет* деп атайды. Бекеттерді жерге ағаш қазықшалармен бекітеді. Қағылған қазықшалар жер бетімен бірдей болғанша қағады. Бекетті жоғалтып алмас үшін, жанына ұзын-дығы 0,3 - 0,4 м қарауыл-қазықша қағып, оған бекеттің реттік санын жазады. Трассаның басына дәл келетін бекетті *нөлдік бекет* (ПК-0) деп атайды. Келесі 100 м-ден кейінгі бекетке бірінші реттік (ПК-1) санын береді, әрі қарай, т.с.с. Бұлай трассаны бекетпен белгілеу, трассаның басынан бастап ара қашықтықты тез анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы ПК-3 дегеніміз - трассаның басынан бастап 300 м деген сөз.

Егер трасса бұрылмалы, сынық сызықты болса, онда бұрылыс төбелерін қазықшалармен бекітеді де, теодолитпен бұрылыс шамасын (θ) өлшейді. θ бұрышын *трассаның бұрылу бұрышы* дейді.

Трассаның түзу тұстарын алдын ала 20 метрлік болат таспамен өлшейді де, бекеттік бөлікке бөледі. Өлшенген жер бетінің көлбеулігі 2^0 градустан асып кетсе, онда ұзындықты 100 метрден көбірек алу керек. Яғни бекеттер арасындағы көлбеу ара қашықтықты формуламен анықтауға тура келеді:

$$D = d + \Delta_d, \quad (109)$$

мұндағы, d – бекеттер ара қашықтығы;

Δ_d – көлбеулікке түзету;

$$\Delta_d = d (\sec \nu - 1), \quad (110)$$

сонда,

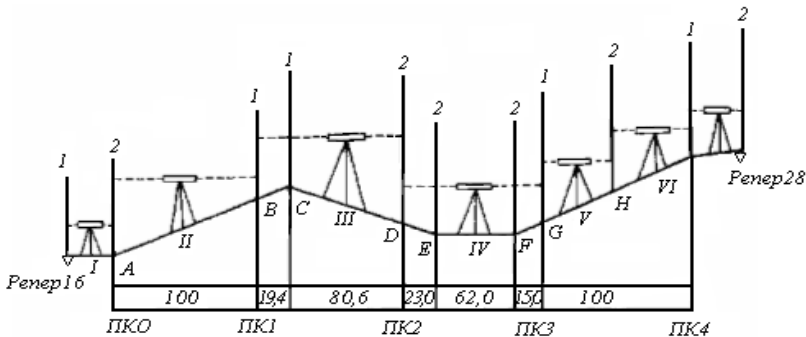
$$D = d / \cos \nu. \quad (111)$$

Мысалы, бекеттер арасындағы өлшенген көлбеулік $\nu = - 4^000'$. 111-формулаға сәйкес екі бекет арасында төмендегі есептелінген ара қашықтықты салу керек:

$$D = \frac{d}{\cos \nu} = \frac{100.0}{0.9976} = 100,24 \text{ м.}$$

Жер бедерін толықтыра түсіру үшін *қосымша нүктелерді* (плюсовые) бекітеді, бұл нүктелер жер бедерінің ойлы-қырлы жерлерін көрсетеді (62-суреттегі C, E, F нүктелері). Бекеттер жанындағы қазықшаларға соңғы бекеттің және қосымша нүкте қанша жерде екенін 0,1 м дейін дөңгелектеп қосып жазады. Мысалы, ПК1+19,4.

Трасса бойымен бекеттер мен қосымша нүктелерді қадалаумен бірге трассаға көлденең, яғни трассаның оң және сол жақтарында перпендикуляр орналасқан нүктелерді бекіту қоса жүргізіледі, ал оларды *белдемелер* (поперечники) дейді. Бұл белдеме нүктелерді трассаны толықтыру кезінде жер көлемін анықтау үшін пайдаланады. Белдеме нүктелердің орнын трассаның оң және сол жақтарында ара қашықтарды өлшеу арқылы белгілейді. Белдемелердің бір-бірінен ара қашықтықтар жер бедеріне, істелетін жұмыстың сипаттамасына, дәлдігіне байланысты әр түрлі болады.



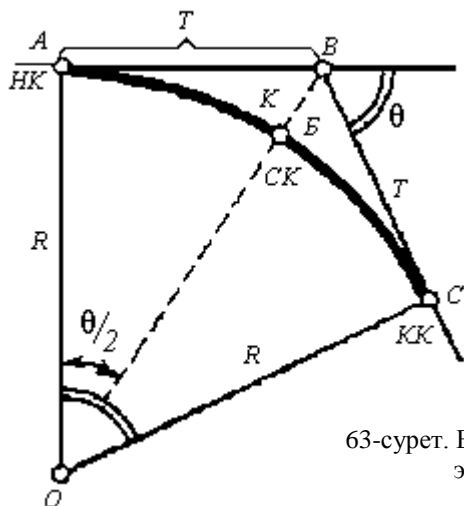
62-сурет. Бекеттерді және қосымша нүктелерді нивелирлеу тәсімі

Бекеттерді қалау кезінде аспаптық және көз жобасымен трассаға жақын маңның, яғни трасса осінен екі жағына 25-50 м жерді қамтитын құрылымдық жағдайы қоса түсіріліп отырылады. Істелген жұмыс нәтижесі *бекеттік кітапшаға* түсіріледі. Бекеттік кітапша беті шаршыға бөлінген. Масштаб түсірілмекші ауданның құрылым жағдайына тиімді алынады. Бекеттік кітапшаның орталық сызығын трасса немесе салынбақшы құрылыс осі ретінде қабылдап, оның оң және сол жағына құрылымдар масштабын сақтап, салып отырады. Трасса бұрылыстарына қарамастан, бекеттік кітапшада түзу сызықпен салынады. Трассаның бұрылыстарын шартты белгілермен көрсетеді. Мысалы, бұрылысты үшкілмен (оның басталатын жеріндегі нүктеден бұрылыс бағытын) көрсетеді. Үшкілдің жанына жаңа бағыттың бұрылу, дирекциондық (румб), бұрыштарын жазады. Бекеттік кітапша берілімдері арқылы ұзынабойлық профильге трассаның планын салады.

Трассаның бойымен жүре отырып, бекеттік, аралық нүктелерді, көлденең белдемелерді және трасса бойындағы құрылымдарды қоса түсіріп отырады. Трассаның бірінші бұрылысының төбесіне жеткен кезде қалау жұмыстарын уақытша тоқтата тұрып, екі түзу сызықты қосатын *бұрылма* деп аталатын қисық сызықты қалауға кіріседі.

Бұрылманы қадалау екі түзу сызықтарды қосатын аралықта жүреді. Бұрылманы қадалаудың (бекітудің, бөлудің) бірнеше әдістері бар. Іс жүзінде ең оңайы деп саналатын, *дөңгелектің бұрылмасы* іспеттес пішінді қарастырады. Қисықтың басталуы (НК), оның ортасы (СК) және біткен жері (КК) *қисықтың бас нүктелері* деп аталады.

Қисықтың бас нүктелерінің орындарын анықтау үшін, оның келесі элементтерін білуіміз керек: θ -трассаның бұрылу бұрышы; R - қисық радиусі; T - жанама ұзындығы (іс жүзінде *тангенс қисығы*); K -қисық ұзындығы; B - қисық биссектрисасы; D –қосымша өлшеу ұзындығы ($2T-K$).



63-сурет. Бұрылма қисығының элементтері

Егер бұрылу шамасы θ жер бетінде өлшенген, ал бұрылу радиусі R жобада берілген болса, онда қалған элементтерін есептеу арқылы табады.

Расында OAB тік бұрышынан (63-сурет):

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} . \quad (112)$$

Қисық ұзындығын K формула арқылы табамыз:

$$K = \frac{2\pi R}{360^0} \theta = \frac{\pi R}{180^0} \theta. \quad (113)$$

ABC бұрышының B нүктесінен қисыққа дейінгі B биссектрисасы,

$$B = R \sec \frac{\theta}{2} - R = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right). \quad (114)$$

Табылған (136), (137) формулаларды пайдаланып D шамасын табады:

$$D = 2T - K. \quad (115)$$

Бұрылма қисығының элементтерін біле отырып, олар арқылы жер бетінде

қисықтың өзін қадалауға кіріседі. Бұрылма қисығының басы (НК) мен аяғын (КК), бұрылу төбесінен бұрынғы және жаңа бағыттар бойымен қисық тангенсін салу арқылы табады.

Теодолит аспабын бұрылыс төбесіне қойып, BO биссектрисасының бағытымен B мәнін салып, бұрылу қисығының ортасын табады.

Бекеттерді нивелирлеу. Трасса осінде бекітілген барлық нүктелерді жалғастырушы және аралық нүктелерге бөледі. *Жалғастырушы нүктелер* іргелес жатқан тұрақтар үшін жалпы нүктелер болып саналады да, жүріс бойымен биіктік шамаларын беруші ретінде пайдаланылады. Бұлардан басқа нүктелер *аралық (қосымша)* деп аталады. Жақын маңдағы геодезиялық реперден трассаның нөлдік бекетіне дейін нивелирлік жүріс жүргізіледі. Бұл нивелирлік жүрісті, мемлекеттік геодезиялық биіктік торға байлау (жалғастыру) деп атайды.

Жалғастырушы нүктелерді нивелирлеу, ереже ретінде ортадан нивелирлеу әдіспен іске асады. Жүріс бір бағытта өрбісе (егер оның нүктелері жер бетінде бекітілмейтін болса), ағаш қазықшалар, металл башмақ және темір қазықтар арқылы жүргізіледі.

Нивелирлеу журналы

11-кесте

Станция реті	Нүктелер реті	Рейкалардан алынған есептер			Өсімше			Орташа өсімше			Аспап денгейі	Биіктіктер
		сонғы	алдыңғы	араық	+	-	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
I	Рет 16	1441 (1)	1567(2)			126(5)		-1		145,286		
	ПК 0	1338 (4)	1463(3)			125(6)		126(7)		145,159		
II	ПК 0	2590(8)								145,159		
	ПК 1	2477(11)										
	Пр.+12,5		0455(9)		2135(16)		-2					
	Пр.+25,0		0344(10)		2133(17)		2134(18)		147,635	147,291		
	Лев.+12,5			1617(12)						146,018		
Лев.+25,0				0873(13)					146,762			
					0381(14)					147,254		
					0310(15)					147,325		
III	ПК 1	1294								147,291		
	ПК2	1187	2416			1122		-2				
	+19,4		2313	0782		1126		1124	148,478	146,195		
										147,696		

11-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	ПК 2	2455					-2			146,195
	ПК 3 +23,0 +85,0	2555	0213 0314	2980 2018	2242 2241		2242		148,717	148,405 145,737 146,699
V	ПК 3	2107					-2			148,405
	ПК x	1976	0563 0432		1544 1544		1544			149,947 149,947
VI	ПК x	2142					-2			151,841
	ПК 4	2272	0247 0374		1895 1898		1896			151,841
VII	ПК 4	1305					-2			151,841
	Реп. 28	1110	1104 0911		201 199		200			152,039
		26249(I)	12716(II)				8016(III)			
		-					-			
		12716(II)					1250			
		13533(VI)					6766(V)			

$$fh = +13 \quad \frac{\sum h_{\text{эли}} = + 6766}{\sum h_{\text{теор}} = + 6753} \quad fh(\text{шек}) = 50 \sqrt{L} \approx 50 \sqrt{0.4} \approx 32 \text{ мм.}$$

Нивелирлеу кезінде мына шарттарды орындап отыру керек:

- нивелирден соңғы және алдыңғы рейкаларға дейінгі қашықтықты тексеріп отыру, яғни ортадан нивелирлеу ережесін сақтау (жобамен айырмашылығы 10 м аспауы керек);

- станциядан рейканың қашықтығы 100 м аспауы керек (дүрбінің үлкейту шамасы 30^x болса, 150 м), яғни жалғастырушы нүктелердің бір-бірінен қашықтығы 200 м болуы керек;

- көздеу сәулесі (осі) жер бетінен 0,2 м кем болмауы керек, яғни қара жағынан алынған есеп 0200 мм көп болуын қатаң қадағалайды;

- станцияда есептелінген өсімше шамасын ылғи тексеріп отыру керек, яғни екі рет есептелінген өсімше шамасы 5 мм аспайды. Біржақты рейканы пайдаланғанда, аспап биіктігін өзгерте отырып екі рет нивелирлейді, ал екі жақты рейканы пайдаланғанда, есепті рейканың екі жағынан алады да, өсімше нәтижесін тексеріп отырады;

- аралық нүктелерде рейканың қара жағынан бір рет есеп алады.

Станцияда жұмыс істеу реті. Техникалық нивелирлеуді нөлдік бекеттен бастау керек. Нивелирлеудің түздік жұмысы, түздік журналды толтыру (8-кесте) келесі ретпен жүргізіледі:

- 1 және 2 рейкадан бірдей қашықтықта нивелирді станцияға орнатады (62-сурет);

2. Аспапты дөңгелек деңгей арқылы қалыпты жағдайға келтіреді (аспаптың айналу осін тік жағдайға келтіру, қалыпты жағдайға келтіру деп әрі қарай жалғастырамыз);

3. А нүктесіне қойылған нүктеге бағыттаған соң, цилиндрлік деңгей көпіршігі бастарын түйістіреді (ортасына келтіреді), рейканың қара жағынан есеп алады (1). Есеп алу нәтижелерін журналға жазады (журналға нивелирлеу нәтижелерін жазу реті жақша ішінде көрсетіл-ген). 1 графаға

станция ретін, 2 графаға нивелирленуші бекеттер, 3 графаға соңғы рейкадан алынған бірінші есепті жазады (1);

4. Осы ретпен алдыңғы В нүктесіндегі рейкадан (2) есепті алып, нивелирлік журналдың 4 графасына жазады;

5. Біржақты рейкамен жұмыс істегенде, аспап биіктігін өзгерте отырып (10 мм аз емес) алдыңғы рейкаға бағыттайды да, цилиндрлік деңгей көпіршігін ортасына келтірген соң (3) есебін алады. Нәтижесін 4 графаға жазады. Осындай ретпен (4) есебін соңғы рейкаға бағыттап алады да, 3 графаға жазады.

Екіжақты рейканы пайдаланғанда (3) және (4) есептерді рейканың қызыл жағынан алғанда, аспап биіктігін өзгертпей-ақ ала береді. Бұл есептерді де 3, 4 графаларға қара жағынан алынған есептерден төмен бір қатарға жазады.

6. Әр станцияда өсімшені есептейді:

$$\left. \begin{aligned} h_I &= a_I - b_I \\ h'_I &= a'_I - b'_I \end{aligned} \right\}$$

нәтижесін 7 графаға жазады.

Әрі қарай станциядағы есептелінген өсімшелер нәтижесімен анықталған есептердің дұрыстығын тексереді, [(5) - (6)] есептерінің айырмасы 10 мм аз болса, олардың орташа мәнін (7) бүтін мм-ге дейін дөңгелектеп, 9 графаға жазады. Көрсетілген шамадан (10 мм) асып кетсе, станциядағы нивелирлеуді қайталайды.

Егер жалғастырушы нүктелер арасында аралық нүктелер болмаса, онда бұл станциядағы жұмыс осымен аяқталады. Бақылаушы аспабымен келесі станцияға ауысады, ал соңғы нүктеде рейка ұстаушы жаңа станцияның алдыңғы нүктесіне орын ауыстырады.

Егер жалғастырушы нүктелер арасында аралық нүктелер бар болса, онда оларды нивелирлеу жалғастырушы нүктелердегі нивелирлеу жұмыстары аяқталғаннан кейін атқарылады. Соңғы нүктедегі рейка ұстаушы аралық нүктелердің барлығына рейканың қара жағын аспапқа қаратып, ұстап шығады. Көлденең профильдік нүктелерді де аралық нүктелер ретінде нивелирлейді. Нәтижелерін нивелирлік журналдың 5 графасына жазады.

Кейбір жағдайларда аралық нүкте жалғастырушы ретінде пайдаланылады (мысалы, 62-суретте H нүктесі), ал мұндағы бекеттер аралық нүкте сияқты нивелирленеді.

Көлбеулігі жоғары қырлар арқылы трасса өтетін болса, бекеттер арасындағы өсімшені бір станцияда тұрып нивелирлеуге мүмкіндік болмайды. Сондықтан олардың арасында қосымша жалғастырушы нүктелерді қоюға тура келеді. Мұндай нүктелерді *икстік (x) нүктелер* деп атайды.

Болашақ құрылымның осінде жатқан барлық бекеттер мен аралық нүктелерді нивелирлеп болған соң, трассаның соңғы бекетін биіктігі белгілі реперге байланыстырады. Нәтижесінде түздік жұмыстың сапасы артады да, оны сенімді түрде тексеруге мүмкіндік туады. Соңғы бекетке жақын маңда, биіктігі белгілі репер болмаған жағдайда, кері бағытта нивелирлеу жүргізіледі. Кері жүргізілген нивелирлеу тек қана жалғастырушы нүктелер арқылы жүреді.

11.8. Техникалық нивелирлеу жұмысының нәтижесін өңдеу

Техникалық нивелирлеу жұмысының нәтижесін өңдеудегі атқарылатын істер: түздік жұмыстар журналын өңдеу, ретке келтіру, жазу дұрыстығын және түздік өсімшелерді есептеу, журналдың әр беттік тексерісі, нивелирлік жүрісті теңдеу, нивелирленген нүктелердің биіктіктерін есептеу және трассаның ұзынабойлық, көлденең профильдерін салу.

Нивелирлік журналды өңдеу. Алдыңғы тоғыз графадағы цифрлар техникалық нивелирлеу кезіндегі түздік өлшемдер, есептеулер нәтижелерін жазуға арналған (8-кесте). Тексеріс қортындысын әр бет үшін, бөлек түздік жұмыс кезінде немесе кейін (камералдық өңдеу кезінде) жасайды да, оны *беттік тексеріс* деп атайды. Нивелирлік журналдың әр бетінің төменгі жағына графалық қосындыларын шығарады (3, 4, 8, 9-графалардың). 3-графаның соңына соңғы нүктелерге қойылған рейкадан алынған есептердің қосындысы Σa , ал 4-графаға алдыңғы рейкадан алынған есептердің қосындысы Σb жазылады. 8 және 9-графаларға оң және теріс мәнді өсімшелердің орташа

нәтижелі қосындылары жазылады. Σh_{opt} осы беттің орташа өсімшелердің алгебралық қосындысы. Σh_{opt} дұрыстығын, 3 және 4-графалардың қосындысымен салыстырып тексереді.

$$\Sigma a - \Sigma b = \Sigma h_{opt} \quad (117)$$

Беттік тексерісті біткеннен кейін, барлық жүріс үшін осындай тексерістік есептеулер жасайды. Тексеріс қортындысы оң нәтиже берсе, онда нивелирлік жүрісті жуықтап теңдеуге, яғни өлшем нәтижелерінің ең сенімді, жуық шамаларын анықтауға кіріседі. Аспалы немесе тұйық нивелирлік жүрісті жуықтап теңдеу жүрістің биіктік қиылыспаушылық шамасын, барлық өсімшеге нивелирленуші нүктелер ара қашықтығына сай бөлу болып есептеледі.

Нивелирлік жүріс кезіндегі өлшемдерде жіберілген биіктік, қиылыспаушылық қатесін формуламен анықтайды:

$$f_h = \Sigma h_{өлш} - \Sigma h_{теор} \quad (118)$$

мұндағы $\Sigma h_{өлш}$ -нивелирлік жүрістегі өлшенген өсімшелердің қосындысы; $\Sigma h_{теор}$ - нивелирлік жүрістегі өсімшелердің теориялық қосындысы.

Биіктіктері белгілі екі репердің арасында жүргізілген нивелирлік жүрістің теория жүзіндегі өсімшесінің қосындысы,

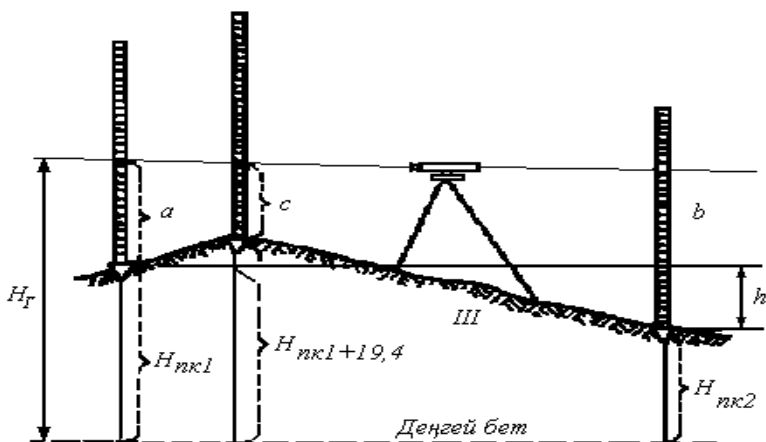
$$\Sigma h_{теор} = H_{соң} - H_{алд} \quad (119)$$

мұндағы $H_{соң}$, $H_{алд}$ – нивелирлік жүрістің бастапқы және соңғы нүктелерінің биіктіктері. Егер нивелирлік жүріс бір нүктеден басталып, сол нүктеде аяқталатын болса, онда 155-формулаға сай өсімшенің теориялық қосындысы нөлге тең, яғни:

$$\Sigma h_{теор} = 0 \quad (120)$$

118-формуламен есептелінген f_h қиылыспаушылық қатені, техникалық нивелирлеудің формуламен анықталған ($f_{h(шек)} = 50 \sqrt{L}$, мұндағы L -км алынған жүріс ұзындығы) шектік шамасымен салыстыру керек. Егер f_h қиылыспаушылық қатесі шектік шамасынан ($f_{h(шек)}$) аз немесе оған тең болса, онда түздік жұмыстың сапалы атқарылғанына куә боламыз. Жоғарыдағы шартты қанағаттандыратын нивелирлік жүріс кезіндегі қиылыспаушылықты (түзетуді) тең етіп, кері таңбамен әр

өсімшеге бөліп жазады. Түзету (ν_{h_i}) шамасын 1 мм дейін дөңгелектейді.



64-сурет. Аралық нүктелердің биіктіктерін аспап деңгейін пайдаланып анықтау тәсімі

Тексеру үшін түзету қосындысын ($\sum_{i=1}^n \nu_{h_i}$) есептейді (n -станция саны). Түзетілген жалғастырушы нүктелердегі өсімшелерді (бастапқы нүктеден бастап) алдағы нүктенің биіктігіне қосып ($h_{i_{түзе}} = h_{i_{өлш}} + \nu_{h_i}$) келесі нүктенің биіктігін анықтайды, яғни:

$$H_i = H_{i-1} + h_{(i-1) \rightarrow i} \quad (121)$$

Қорытындыны тексеру, соңғы нүктенің биіктігі есептелінген биіктігімен дәл келуімен қанағаттандырылады.

Жалғастырушы нүктелердің биіктіктерін анықтағаннан кейін, аралық нүктелердің биіктіктерін аспап деңгейін пайдаланып анықтауға кіріседі. Аспап деңгейін (H_c) кез келген жалғастырушы нүктенің биіктігіне, сол нүктенің үстіне қойылған рейканың қара жағынан алынған есепті қосқанға тең (122-сурет).

$$\left. \begin{aligned} H_e &= H_{ПК1} + a, \\ H_e &= H_{ПК1} + b. \end{aligned} \right\}$$

Сонда кез келген аралық нүктенің биіктігін аспап деңгейінен, сол нүктенің үстіне қойылған рейканың қара жағынан алынған есепті алып тастау арқылы анықтауға болатынын байқауға болады, мысалы ПК-1 нүктесіндегі аспап деңгейі (H_e),

$$H_{ПК1} = H_e - c. \quad (123)$$

11.9. Ұзынабойлық және көлденең профильді салу

Ұзынабойлық және көлденең профильді салу. Техникалық нивелирлеуді, трассаның ұзынабойлық және керекті жерінің көлденең профильдерін салумен аяқтайды. Профильдер арнаулы мм-лік қағазға тік масштабы жазық масштабынан 10 есе үлкен етіп салынады.

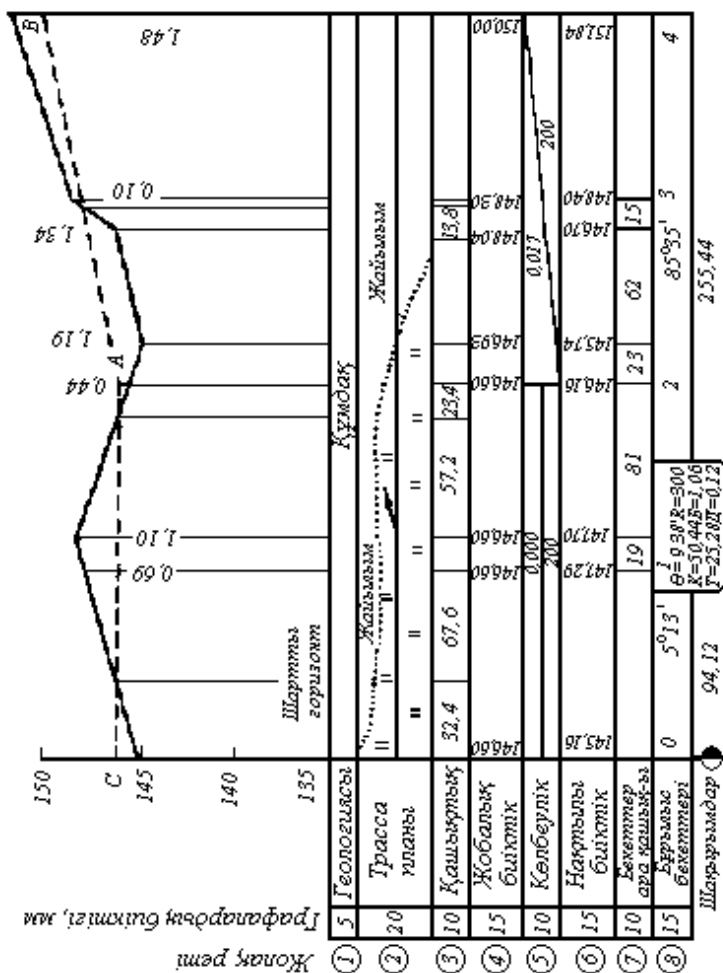
Мм-лік қағаздың ортасынан жазық сызық жүргізеді, оны *шартты горизонт сызығы* деп атайды.

Шартты горизонт сызығынан профильдік тор көздерін құрады (65-сурет). Тор көздер жолағының ұзындығы, трассаның жазық масштабтағы ара қашықтығына байланысты болады.

(8) Тор көз сызығынан жоғарғы бекеттердің реттік санын көрсетеді.

(7) Тор жолағына тік сызықпен бекеттер мен плюстік нүктелерді белгілейді. Бұл сызықтардан оңға және солға жақын, іргелес жатқан бекетке (немесе плюстік нүктеге) дейінгі ара қашықтықтарды жазады. (8) торкөз жолағына трассаның түзу және бұрылмалы тұстарын тік бағытта сызады. Ал, оның бұрылған тұстарын шартты белгісі - доғамен көрсетеді. Егер трасса оңға бұрылса, онда доғаның дөңес жағы жоғары, ал солға бұрылса - дөңес жағы төмен қарай салынады. Бұрылыстың басталу (НК) және аяқталу (КК) нүктелерін есептеу нәтижесінің негізінде белгілейді. (6) торкөз жолағына (қара түспен) нивелирлік журналдан жалғастырушы және аралық нүктелердің биіктіктерін 1 см дейін дөңгелектеп жазады. Бұл биіктіктерді *нақтылы биіктіктер* деп атайды. (2) Торкөз жолағына

трассаның планын, шартты белгілермен бекеттік кітапшаның берілімдері мен түсірістер негізінде салады. Трасса бұрылысын үшкілмен көрсетеді. (1) торкөз жолағына трасса бойының және оған жақын маңдағы (трасса осінен екі жағына 25-50 м) жер қыртысы топырақ бетінің геологиялық сипаттамасы көрсетіледі.



65-сурет. Трассаның ұзынабойлық профілі

Шартты горизонт сызығынан жоғары трассаның профилі салынады. Осы бастау сызығы биіктігін, трасса профилінің (ондыққа дейін дөңгелектеп) ең төменгі нүктесінен 6-10 см жоғары алады. Әрі қарай барлық бекеттер мен плюстік-аралық нүктелер арқылы өтетін, тік сызықтар бойымен шартты деңгей сызығынан бастап, берілген тік масштабта аталған нүктелер биіктіктерін салады (нүктемен белгілейді). Табылған нүктелерді бір-бірімен тізбектей қоссақ, трассаның *ұзынабойлық профилі* шығады.

Жобалық көлбеулік сызығын салу. Трасса бойында тегістеу жұмыстарын жүргізу үшін, профиль үстіне жобалық көлбеулік сызығын жүргізеді (яғни, трассаны қандай көлбеулікпен тегістеу керек). Салынбақшы профиль сызығы келесі шарттарды қанағаттандыруы керек:

1) болашақ салынбақшы құрылымдағы жер қыртысын ауыстыру (қазу, үю) жұмыстары шамалы болуы керек;

2) жобалық көлбеулік шектік шамасынан аспауы керек (әр құрылымның өзіндік шектік көлбеулік шамасы жобада беріледі немесе сол жұмысты атқарудың техникалық нұсқауларына сай қабылданады);

3) қазу, үю жұмыстарының көлемі шамамен бірдей болуы керек, яғни бір жерден қазып алынған топырақ көлемі, іргелес жердегі ойды, шұңқырды толтыруы керек;

4) жобалық сызықтың жоғары көтерілу немесе төмен түсу нүктесі жазық алаңнан басталуы керек.

Жобалық сызықты салуда есептеулерін жеңілдету үшін, оның ойлы-қырлы жерлеріндегі бекеттерді немесе аралық нүктелерді біріктіреді. Мысалы, (5) торкөз жолағында (65-сурет) жобалық профиль сызығы бірнеше аралық нүкте мен бекеттерді қамтиды. Ал осы тұстың көлбеулігі түзу сызықпен көрсетілген, себебі бұл аралықта көлбеулік нөлге тең. Көлбеулік сызық үстіне осы аралықтың көлбеулігі (мыңдық шамасында), астына ара қашықтық шамасы жазылады.

Көлбеулік i , жобалық сызықтың тангенс v бұрышының шамасын көрсетеді де, белгілі формуламен есептелінеді $i = tg v = h/s$, ал h жобалық сызықтың бір басының, екінші басынан өсімшесі, яғни бір-бірінен қанша биіктікте екенін көрсетеді.

Профильдің әр бекет немесе аралық нүктесі үшін, жобалық теориялық биіктігін табады. AB жобалық сызығы бойындағы кез келген i -ші нүктенің биіктігі $H_i = H_A + h_{A_i}$. Өсімшесі

$$h_{A_i} = i_{A_i} \cdot s_{A_i} = i_{AB} \cdot s_{A_i}, \text{ осы формуланың ізімен } H_i = H_A + i \cdot s.$$

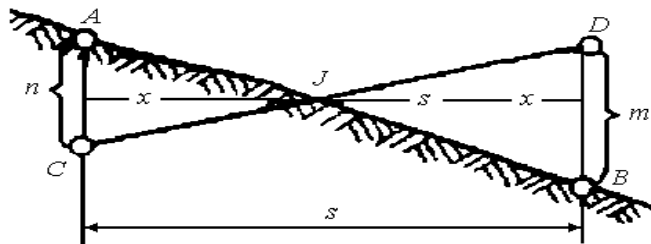
Сонымен, жобалық сызықтың кез келген нүктесінің биіктігі, бастапқы нүктенің биіктігіне осы сызықтың көлбеулігі мен ара қашықтығы көбейтіндісін қосқанға тең.

Есептелінген жобалық көлбеулік сызығының биіктіктерін (4) тор көз жолағына қызыл түспен жазады да, *жобалық биіктіктер* деп атайды. Трасса бойымен жазық тұстарындағы жобалық биіктіктерді, оның басында және соңында көрсетеді (жазады).

Істелінген жұмыс (тегістеу) көлемін анықтау үшін, аттас нүктелердің жобалық және нақтылы биіктіктер айырмашылығын табады да, оны *жұмыстық биіктіктер* деп атайды. Жұмыстық биіктіктер профильдің әр түрлі нүктелеріндегі үю биіктігін, мен қазу тереңдігін көрсетеді. Үю жұмыстарының биіктігі профильдің үстіне, ал қазу тереңдігі профильдің астына жазылады.

Жобалық көлбеу сызығы профильді қиып өтіп, жер бетімен түйісетін жерді *нөлдік жұмыс нүктесі* деп атайды, себебі бұл жерде жұмыс істеу биіктігі нөлге тең. Нөлдік жұмыс нүктесінің орны іргелес бекеттен немесе плюстік нүктеден жазық сызық жүргізумен анықталады.

Егер AB түзуі (66-сурет) жер бетінің нақтылы профилі, ал CD -осы бекеттер арасындағы жобалық сызық болса, онда іздеп отырған нөлдік



66-сурет. Нөлдік жұмыс орнын анықтау

жұмыс нүктесін (x) бір біріне тең COA және $ВОД$ үшбұрыштарынан теңдік (пропорция) құру арқылы табады:

$$\frac{x}{n} = \frac{s-x}{m}; \quad (124)$$

осыдан:

$$x = \frac{ns}{m+n}; \quad (125)$$

мұндағы n және m $-A$ және B нүктелеріндегі жұмыс биіктіктері;

s – бекеттер арасындағы қашықтық.

Әрі қарай, нөлдік жұмыс нүктесін профиль үстінде белгілейді де, одан шартты горизонт сызығына перпендикуляр түсіреді. Перпендикулярды жалғастыра отырып, торкөздің (3) жолағына проекциялайды да, бұл нүктенің жақын бекеттерге дейінгі ара қашықтығын $0,1$ м дейін дөңгелектеп жазады.

Нөлдік жұмыс нүктесінің биіктігін формуламен есептейді:

$$H = H_k + xi, \quad (126)$$

мұндағы H_k – іргелес бекеттің биіктігі;

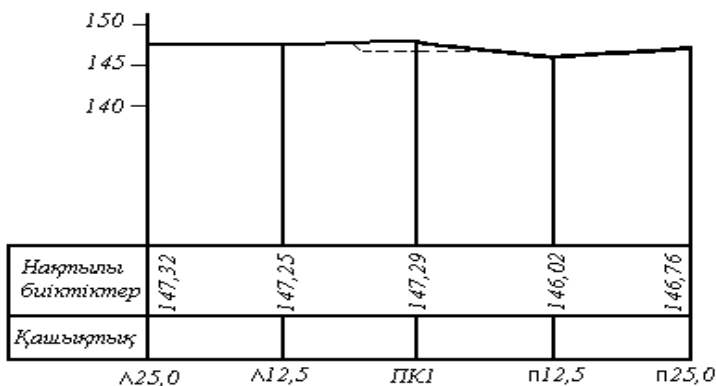
i – жобалық сызықтың көлбеулігі.

Есептелінген нөлдік жұмыс нүктесінің биіктігін (4) жолаққа жобалық биіктіктер тор көзіне жазады. Нөлдік жұмыс нүктесін, оның проекциясын және іргелес бекетке дейінгі қашықтықты профиль үстіне көк түспен сызады (жазады).

Көлденең профильді салу. Көлденең профиль ұзынабойлық түріне қарағанда қарапайым, құрылымы оңай. Профильдік торкөзі екі жолақтан тұрады: біріне нивелирленген нүктелердің ара қашықтықтары, екіншісіне нүктелердің нақтылы биіктіктері жазылады (67-сурет).

Көлденең профиль мм-лік қағазға, сол масштабтармен, яғни тік масштабы жазық масштабынан он есе үлкен етіп салынады. Себебі жұмыс көлемін графикалық жолмен анықтайтын болғандықтан, екі профильдің де масштабтары бір-біріне сай болуы керек.

Көлденең профильдің ұзындығы, құрылым осінен сол және оң жақтағы шеткі нүктелер ара қашықтықтарының қосындысына тең болады.



67-сурет. Трассаның көлденең профилі

Көлденең профилді ұзынабойлық профиль сияқты салады.

Трасса табанын (егер ол автожол болса) профильге салу үшін, жобадағы жол табанының енін берілген нүктеден екі жағына тең бөліп салады. Әрі қарай, осы жол табаны сызығының шетін жер бетімен қиылысқанша 45° бұрышпен жалғастырады. Бұл жерде қазу керек болса - төмен, ал үю болса - жоғары жүргізеді.

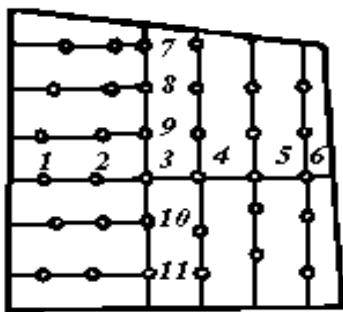
11.10. Жер бетін нивелирлеу (шаршылар арқылы нивелирлеу)

Іс жүзінде жердің белгілі бір аумағын көзге нақ елестету үшін, бұл жерде арнаулы нивелирлік жұмыс істеуге тура келеді. Мұндай топографиялық түсірістерде жұмыс масштабтары 1:5000-1:500, жер бедерінің (рельефінің) қимасы 0,25 м аралықта жүргізіледі. Жер бетін нивелирлеу жергілікті жағдайға, істелетін жұмыс дәлдігіне байланысты төмендегі әдістердің бірімен атқарылуы мүмкін: магистральды, параллель сызықтар; тұйықталған полигондар; қатар сызықтар және шаршылар арқылы нивелирлеу әдістері.

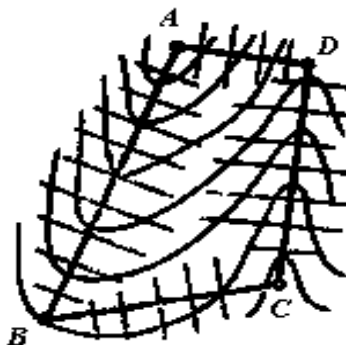
Магистральдар әдісі - түзу сызық бойымен созылмалы құрылымдарда, яғни трассалар бойындағы жіңішке аланды

нивелирлеу кездерінде пайдаланылады: авто және теміржолдар, каналдар, тоғандар, т.б.. Бұл жағдайда трассаның айтулы жерлерін бекеттер мен көлденең профильдерге бөледі. Нивелирлеу алдыңғы параграфтағыдай жүргізіледі. Нивелирлеу нәтижелерін өңдеп болғаннан кейін, осы берілімдерді пайдаланып, бекеттердің, аралық нүктелердің биіктіктерін планға түсіріп, жер бедерінің горизонтальдарын жүргізеді.

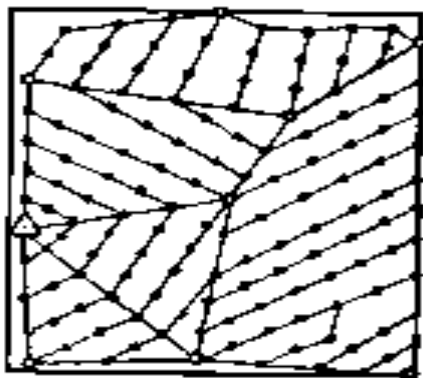
Параллель сызықтар әдісі жазық алаңда немесе аздап көтерілген төбелі жерлерде кеңінен қолданылады. Бұл алаңның ортасына негізгі жүрісті (немесе негізгі жүйелі жүрісті) және осыған перпендикуляр параллель түсіріс жүрістерін жүргізеді (68-сурет).



68-сурет.



69-сурет.



70-сурет

- 68-сурет. Параллель сызықтар арқылы нивелирлеу әдісі
69-сурет. Тұйықталған полигон әдісі
70-сурет. Қатар сызықтар әдісі

Негізгі жүрісті III (IV) класты нивелирлеу бағдарламасына сай тура және кері бағытта атқарып, төбелерін бекітеді. Түсіру жүрістерінің ұзындығы 1500 м аспайды. Түсіріс жүрістерінің мен анықталмақшы нүктелердің арасы, түсірістің қандай жұмыстар үшін керектігіне, дәлдігіне байланысты 50-100 м болады.

Тұйықталған полигон әдісін түсірілмекші жердің ойлы-қырлы тұстарын жалпы көзге елестету үшін жүргізеді. Ол үшін түсірілмекші алаңның нобайымен негізгі нивелирлік жүрісті жүргізеді, бұрылыстарын теодолитпен өлшейді. Түсіріс жүрістерін жер бедерінің айтулы жерлері (суағарлар, қырлар) үстімен жүргізеді (69-сурет). Түсіріс жүрістерінің ұзындығы 2 шақырым, арасы 500 м аспауы керек.

Түзу сызықтар қатары әдісі ашық, аздап толқымалы, нобайы шектелген немесе аз жерлерде қолданылады (70-сурет). Түсірілмекші алаңда бір-бірінен көрініп тұратын, ара қашықтықтары 1 шақырымнан артық емес қазықтар қағады. Негізгі нивелирлік жүріс осы қазықтар қатары арқылы өтеді. Аралық нүктелерді нивелирлеумен қатар, бұл нүктелерді планға түсіру үшін, нивелирге дейінгі ара қашықтықтарды өлшейді. Одан әрі қазықтарды негізгі жүрістер нүктелеріне қояды да, араларында түсіріс жұмыстарын жүргізеді. Мұнда атқарылатын істер алдағы бағдарламаларға сәйкес жүргізіледі.

Негізгі нивелирлік жүйедегі жүрістерді теңдеп болған соң, түсіріс жүрістері нүктелерінің биіктіктерін анықтайды. Жүрістердегі қиылыспаушылық техникалық нивелирлеу талаптарын қанағаттандыруы керек.

Жер бетін шаршылар арқылы нивелирлеу әдісі. Іс жүзінде жер бедері туралы толық және жоғары дәлдікпен тегістелмекші алаңды көзге елестету үшін, осы жер бетін шаршылар арқылы нивелирлеу әдісі қолданылады (мысалы, жерді тік жазықтықта тегістеу, әр түрлі тау-кен өндіріс алаңдарын, ірі құрлыстарды, т.б. салу кездерінде).

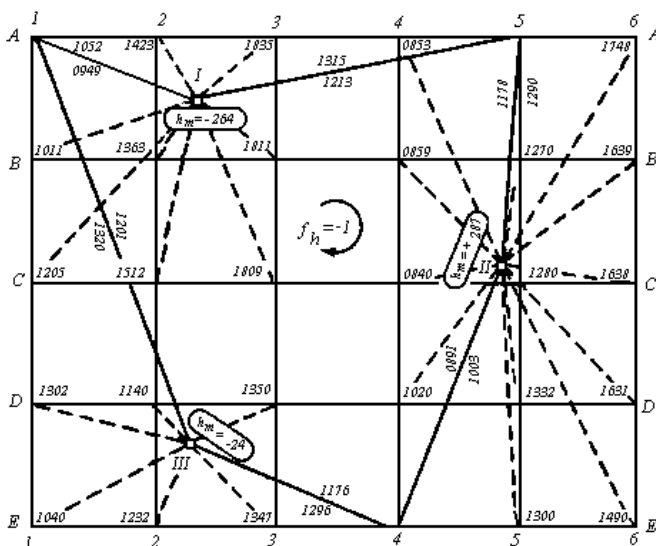
Түсірілмекші алаңды бір-біріне перпендикуляр сызықтар арқылы шаршыларға бөледі де, олардың төбелерінің биіктіктерін техникалық нивелирлеумен анықтайды. Алаңның нобайы мен жақын маңдағы құрылымдарды шаршы қабырғаларынан өлшеп белгілейді (түсіреді).

Тегістелмекші алаңда шаршыларды теодолит және ұзындық өлшегіш таспаның көмегімен салады. Ол үшін, алаңда AA сызығын салады да, оның үстіне бір-біріне тең $1-2, 2-3, \dots, 5-6$ (шаршының қабырғасына тең) кесінділерін қазықшалармен бекітеді (71-сурет). 1 және 6 нүктелерінен AA нүктесіне перпендикуляр тұрғызып, оның үстінен AB, BC, \dots, DE сызықтарын тауып белгілейді. Әрі қарай EE нүктесін бөлуге кіріседі, оның ұзындығы AB тірек сызығына тең болуы керек. Салынбақшы ұзындықтардың ауытқуы, пландағы $0,5$ мм ұзындықтарынан аспағаны жөн.

Сыртқы $AAEE$ полигонын салып болғаннан кейін, BB, CC және DD кесінділерін бөлуге кіріседі. Осындай жолмен құрылған шаршы төбелеріне қарауыл-қазықша (сторожки) қағып белгілейді.

Шаршыларды құрумен бірге, сол алаңның айтулы жерлерін (төбелер, су деңгейі, ойыс, жыралы жерлер, т.с.с.) шаршы қабырғаларынан, төбелерінен өлшеп, орындарын анықтайды. Өлшеу нәтижелерін алаңның сұлбасына сала отырып, сол алаңдағы барлық құрылымдарды егжей-тегжейлі түсіреді. Жер бедерінің бағытын үшкілмен көрсетіп, түсіріс ерекшеліктеріне түсініктеме беріп отырады.

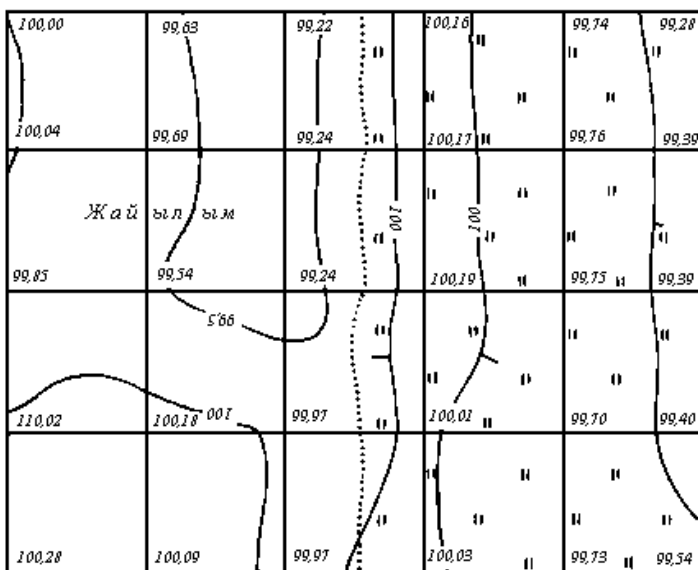
Шаршы төбелерін нивелирлеу оның қабырғаларының ұзындықтары мен жер бедеріне байланысты. Егер ол алаңда қабырғалары 100 м-лік шаршылар құрылған болса, онда нивелирді шаршы ортасына орнатып, әр шаршыны бөлек нивелирлейді.



71-сурет. Шаршылар арқылы нивелирлеу тәсімі

Нивелирлеу әдеттегі ретпен атқарылады: алдымен жалғастырушы, сонан соң аралық нүктелерден есеп алады. Жалғастырушы нүктелер ретінде, іргелес шаршылардың төбелерін пайдаланады. Жалғастырушы нүктелерде рейканы жер бетімен бірдей қағылған қазықшалар үстіне қояды, ал аралық нүктелерде рейканы қарауыл-қазықшаның жанына қоя береді. Рейкадан алынған есептерді журналға немесе масштабы ірі салынған сұлбаға (тәсімге) жаза беруге болады, себебі сұлбаға жазу көрнекі, әрі түсінікті.

Түсіріс нәтижелерін өңдеуді сыртқы $A A E E$ полигонының нүктелерін, содан кейін солардың арасында жүргізілген жүрістердің биіктіктерін байланыстырудан бастайды. Жер бетін шаршылар арқылы нивелирлеу және ондағы құрылымдарды салу нәтижесінде сол алаңның жер бедері, құрылымдары кескінделген планын салады.



72-сурет. Алаңның топографиялық планы

Құрылмақшы шаршы қабырғаларының ұзындықтары қысқа (10-20 м) болған жағдайда, оларды топ-тобымен бір үлкен шаршы (тік бұрыш ішіне) ішіне біріктіреді де, осы үлкен шаршы ортасынан кіші шаршылардың төбелерін аралық нүкте ретінде нивелирлейді.

Жалғастырушы нүкте ретінде екі станцияға бірдей шаршының төбесін қабылдайды (мысалы, *A5, E4, A1*). 72-суретте кіші шаршылар төбесіне бағытталған көздеу сызығы үзік сызықтармен көрсетілген.

Жалғастырушы нүктелерді нивелирлеу дұрыстығын тексеріп отыру үшін, аспап биіктігін өзгертіп екі рет нивелирлейді немесе екіжақты рейканы пайдаланады (рейканың екі жағынан есеп алады). Аралық нүктелерде рейканың қара жағынан бір-ақ рет есеп алады. Нивелирлеу нәтижесін өңдеуді, жүрісті теңдеуден бастайды. Тұйықталған нивелирлік жүрістің

биіктік қиылыспаушылығы төмендегі формуланы (шартты) қанағаттандыруы керек:

$$f_h \leq 10 \sqrt{n} , \quad (127)$$

мұндағы n – жүрістегі станция саны.

Жүрістің қиылыспаушылығы шектік шаманы қанағаттандырса, онда оны барлық өсімшеге кері таңбамен, тең етіп бөледі де, жүрістің жалғастырушы нүктелерінің биіктіктерін есептейді. Жалғастырушы нүктелерді теңдеп болған соң, әр станциядағы аспап деңгейін есептеп, сол арқылы аралық нүктелердің биіктіктерін анықтайды.

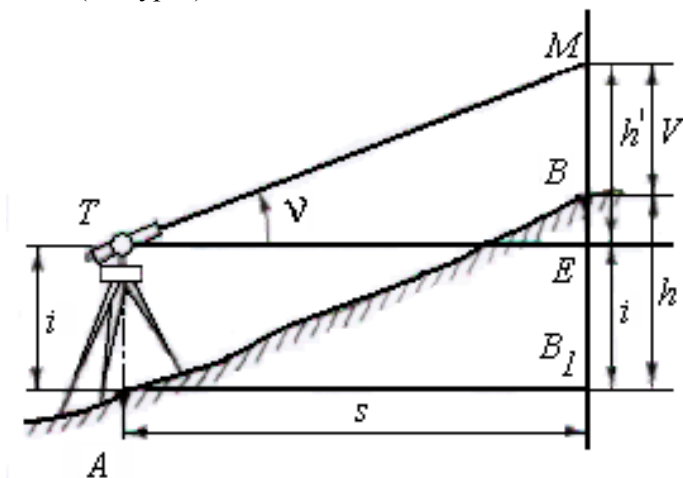
Алаңның планын белгілі масштабта шаршы торларын салудан бастайды. Бұрыш төбелерінің шаршы төбелерімен дәл келмейтін жер бедерінің айтулы нүктелерінің жанына 0,01 м дейін дөңгелектелінген биіктіктерін жазады. Әрі қарай, план үстіне жер бедерін көрсететін, қабылданған биіктік қималарын сақтап, горизонтальдарын жүргізеді.

Түсіріс кезінде бірге салынған сұлбаны пайдаланып, шаршы төңірегіндегі құрылымдарды салады. План салынып болған соң, оны жер бетіндегі сол алаңмен салыстырып, қарау ұсынылады.

12. ТРИГОНОМЕТРИЯЛЫҚ НИВЕЛИРЛЕУ

Топографиялық план немесе картаны салу үшін, жер бетіндегі нүктелердің биіктік шамаларын анықтау керек болады. Топографиялық түсірістер кезінде биіктікті немесе өсімшені анықтау көбінесе *тригонометриялық нивелирлеу әдісімен* жүргізіледі, яғни көздеу осінің көлбеулігімен нивелирлеу.

A нүктесінен B нүктесінің өсімшесін анықтау үшін, алдыңғы A нүктесіне теодолит, B нүктесіне тігінен рейка орнатады (73-сурет).



73-сурет. Тригонометриялық нивелирлеу тәсімі

Көру дүрбісін рейканың M нүктесіне бағыттайды, сонда көздеу осінің көлбеулігі v бұрышындай шамаға тең. Таспамен (кейде рейканың көмегімен) A нүктесінен дүрбінің жазықтықта айналу осіне T дейінгі биіктікті, яғни аспап биіктігін i рейкадағы көздеу биіктігі v өлшейді (B нүктесінен M көздеу нүктесіне дейінгі биіктік). 73-суреттен мынадай теңдікті жазуға болады:

$$ME + i = v + h. \quad (128)$$

ME кесіндісін h' арқылы өрнектеп, h өсімшесі үшін теңдікті жазамыз:

$$H = h' + i - v. \quad (129)$$

ТМЕ үшбұрышынан:

$$h' = s \operatorname{tg} v. \quad (130)$$

Әрі қарай 192-формула басқа түрге енеді:

$$H = s \operatorname{tg} v + i - v. \quad (131)$$

Егер жазық ара қашықтық, теодолит дүрбісінің жіп торы арқылы өлшенсе, онда $s = D' \operatorname{coss} v \operatorname{tg} v + i - v = D' \operatorname{coss} v \sin v + i - v$, ең соңында,

$$H = \frac{1}{2} D' \sin 2v + i \cdot v, \quad (132)$$

мұндағы D' -көлбеу ара қашықтық.

Жоғарыдағы формулаларды қарапайым түрге енгізуге болады, ол үшін v бұрышын өлшеу кезінде, көздеу осін рейканың аспап биіктігіне бағыттау керек. Яғни, $v - v = 0$, сонда 193 және 194 формулалар былай түрленеді:

$$H = \frac{1}{2} D' \operatorname{tg} 2v, \quad (133)$$

және

$$H = \frac{1}{2} D' \sin 2v. \quad (134)$$

198 және 199-формулаларды тригонометриялық нивелирлеудің *толық* немесе *жалпы*, ал 133 және 134-формулаларды *қысқартылған* немесе *жұмыстық* формулалар деп атайды.

Жұмыстық формулалар негізінде, s және v немесе D' және v аргументтері арқылы өсімшелерді анықтаудың *тахеометриялық кестесі* құрастырылған. Тригонометриялық нивелирлеуде жұмыстық формулаларды қолданып, өсімшені есептеуді тригонометриялық функциясы бар микрокалькулятормен тез шығаруға болады.

Тригонометриялық нивелирлеу геометриялық нивелирлеу дәлдігінен бір шама төмен, ал жетістігі жұмыс өнімділігі алдыңғысынан артық. Қиылыспаушылықтардың негізгі көздері ара қашықтықтар мен көлбеу бұрыштарды өлшеу кезінде

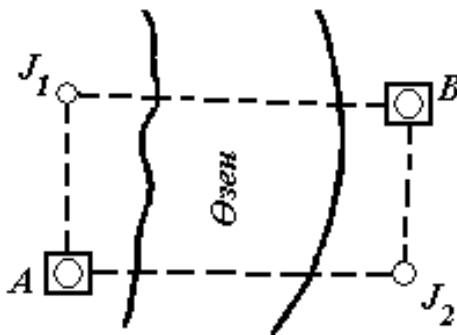
кететін қателер. Ара қашықтық үлкейген сайын, қате шамасы да арта түседі.

Тригонометриялық нивелирлеу тура және кері бағытта екі рет атқарылады. Тура және кері нивелирлеудің алшақтығы әр 100 м-ге 4 см-ден аспапса, онда істелген жұмыс қанағаттанарлық деп есептеледі. Мысалы, нивелирленуші екі нүктенің арасы 250 м болса, онда тура және кері нивелирлеудің шектік айырмашылығы Δh шамасы төмендегідей,

$$h = \frac{250_m}{100_m} = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ см.}$$

Кедергілер арқылы нивелирлеу. Іс жүзінде нивелирлік жүрісті кедергілер арқылы жүргізуге тура келеді. Мысалы өзен, жыра, карьер немесе сол кедергілердің арғы жағындағы биіктігі белгілі геодезиялық тірек реперінен бергі жағадағы нүктелердің биіктігін анықтау керек болады. Егер кедергі ені 100 м аспаса, кедергінің бір жағынан екінші жағына биіктік шамаларын жеткізу, кәдімгі техникалық нивелирлеудегі жалғастырушы нүктелерді нивелирлеу әдісімен іске асады.

Кедергі ені 100-300 м болса, онда биіктік шамаларын жеткізуді қосарланған геометриялық нивелирлеу әдісімен жүзеге асырады. 74-суретте кедергінің (өзеннің) екі жағында орналған A және B нүктелерінің арасындағы өсімшені (бір-бірінен биіктігін) анықтау керек екен делік. Нивелирді жағалау бойымен A нүктесінен 20 м жерде орналасқан J_1 нүктесіне орнатады.



74-сурет. Кедергі арқылы нивелирлеу тәсімі

Ал A және B нүктелерінің үстіне рейканы қояды да, соңғы нүкте болып есептелетін A нүктесінің үстіне қойылған рейканың кара және қызыл жақтарынан есеп алады. Дүрбіні B нүктесіне бағыттап (соңғы нүктеге), фокустық қалыпты жағдайына келтіріп, рейканың екі жағынан есеп алады.

Бір жағадағы жұмысты бітіргеннен кейін, екінші жағаға ауысып, B нүктесінен жобамен AJ_1 қашықтығына тең J_2 нүктесіне нивелирді қойып, қалыпты жағдайға келтіреді де, есеп алуға кіріседі. Есеп алу реті алдыңғы жарты амалға ұқсас. Істелінбекші жұмыстың керекті дәлдігіне байланысты, осы амалды бірнеше рет қайталайды.

Кедергі ені 300 м асқан жағдайда рейкадан есеп алу қиындай түседі (немесе рейкадағы есеп анық көрінбей қалғанда), сондықтан есеп алу *жылжымалы марка әдісімен* орындалады. Яғни, рейка бойымен (немесе жанымен) жылжытып отыратын, қалыңдатылған штрихы бар пластинка арқылы атқарылады. Бақылаушы радио арқылы (немесе жалаумен белгі береді) арғы жағадағы рейка ұстаушыға нұсқау беріп, пластинканы рейка бойымен жылжытуын сұрайды, ал ол дүрбінің көлденең жіп сызығы пластинканың штрихымен дәл келген кезде есеп алып, оны бақылаушыға хабарлайды.

Қосарланған геометриялық нивелирлеу әдісінде дүрбінің көздеу осі әр түрлі беттердің (жердің, судың) үстінен өтеді. Сондықтан бір тұрақтан нивелирлеу нәтижесіне рефракция әсер етеді. Мысалы, 200 м кедергі арқылы нивелирлеуде, екі тұрақтан нивелирлеу нәтижелері бір-бірінен 10-15 мм алшақ болады. Екі тұрақтан (екі жағадағы) жұмыс істегенде, рефракциядан болатын қателер бір-біріне қарама-қарсы мәнді болады. Сондықтан екі жарты амалдан тұратын есептеу нәтижелерінің орташа шамасы рефракция әсерінен ада (бос) болады. Жазды күні тік бағыттағы рефракцияны азайту үшін, күн шыққаннан соң 3 сағаттан кейін жұмысты бастап, күн батардан 2 сағат бұрын жұмысты аяқтаған жөн. Сағат 11-ден 14-ке дейін биіктікті анықтау қолайсыз уақыт деп есептелінеді. Ең қолайлы уақыт сағат 15-тен 20-ға дейін.

13. ТАХЕОМЕТРИЯЛЫҚ ТҮСІРІС

13.1. Тахеометриялық түсірістің мәні

Жер бедері мен оның нобайын полярлық әдісті қолданып, яғни жазық бұрышты, қашықтықты және өсімшені тахеометрмен (теодолитпен) анықтау - *тахеометриялық түсіріс* деп аталады.

Жазық бұрыштарды, бастапқы берілім ретінде қабылданған, тахеометрдің лимб нөлімен бағдарланатын сызықпен және жер бетінде анықталмақшы нүкте бағыты арасында өлшейді. Нүктеге дейінгі қашықтық, тахеометрдің оптикалық құрылғысымен анықталады. Аспап орнатылған нүктеден биіктігі анықталмақшы нүктенің өсімшесі, тригонометриялық нивелирлеу әдісімен жүзеге асады.

Қазіргі кезде өндірісте ара қашықтық пен өсімшені бірден өлшеуге болатын арнаулы механикалық және оптикалық құрылғылары бар редуциялық тахеометрлер кеңінен қолданылып жүр.

Тахеометрлік түсірістің аты грек тілінен алынған-tachymetreo-тахеометрия (tacys-жылдам), (metro-өлшеймін), яғни *жылдам өлшеу* мағынасын береді. Бұл жылдамдық, үстіне рейка қойылған әр нүктенің пландағы (картадағы) және биіктіктегі орнын, көру дүрбісін бір-ақ рет бағыттап анықтағанда білінеді.

Тахеометриялық түсірістің пландық және биіктік негіздерінің бастапқы берілімдері - мемлекеттік геодезиялық торлар, геодезиялық тірек торлары арасында жүргізілген теодолиттік және нивелирлік жүрістер болып есептеледі. Түсіру негіздерін тахеометриялық жүрістермен дамытады (немесе жиілетеді). Жер бедерін, ондағы құрылымдарды тахеометриялық жүріс нүктелерінен (тұрақтарынан) түсіреді де, олармен қатар түсіріс сұлбасын (жер үстіндегі құрылымдар, жер бедерінің айтулы нүктелері мен сызықтарының тәсімін) қоса салып отырады.

Түздік жұмыс пен оны камералдық өңдеу нәтижесінде түсірілген аймақ планының жер бедері горизонтальдармен салынады.

Тахеометриялық түсірістің артықшылығы – ол басқа түсірістерге қарағанда қысқа мерзім ішінде, түздік жұмыстарды

ауа райының келеңсіз уақыттарына қарамай атқару. Тахеометриялық түсірістің түздік және өңдеу жұмыстарын біріктірудің арқасында, оның өнімділігі де арта түседі. Ал, тахеометриялық түсірістің кемшілігі - түз жұмыстарынан тыс, түсірілген жердің планын салу, яғни планды салу кезінде, оны түсірілген жермен салыстырып отыру мүмкіндігі жоқ. Сондықтан, жер бедерінің кейбір тұстары кем (қате түсірілген) немесе кейбір нысандары түспей қалуы мүмкін.

Тахеометриялық түсірісті аумағы кішігірім, ені тар, жіңішке және басқа түсіріс түрлерін қолдану, экономикалық жағынан тиімсіз немесе техникалық тұрғыдан мүмкіндік жоқ уақыттарда қолданған тиімді. Тахеометриялық түсіріс қазба-байлықты барлау және ашық әдіспен игеру кездерінде, арнаулы маркшейдерлік (геодезиялық) түсірістерде кеңінен қолданылады.

13.2. Тахеометриялық жүрістерді дамыту

Тахеометриялық түсіріс кезінде бірінші кезекте, оның түсіру торын салады. Түсіру алаңы төңірегіндегі геодезиялық тор негізі, істелмекші жұмыстың сапалылығын қанағаттандыратын, керекті жиілікке дейін дамытылады (12-кесте).

Түсіру торларын жиілету - тахеометриялық жүріс барысында атқарылады. Жұмыс істелмекші ауданды шолу, нүктелерді бекіту және байланыстыру, теодолиттік жүрістерді салу кезіндегідей орындалады. Тахеометриялық жүріс нүктелерін, жер бетіндегі құрылымдарды толық түсіруге қолайлы жағдайды қамтамасыз ететіндей етіп қадалайды (бекітеді). Тахеометриялық жүрісті жеке жүріс ретінде, жоғарғы разрядты геодезиялық тор қосындарына байланыстырады. Жүріс қабырғаларының ұзындықтарын аспап дүрбісінің жіп торлы қашықтық өлшегішпен атқарылса, онда оның ұзындықтары төмендегі шамалардан артық болмауы керек:

Түсіру нүктелерінің ең аз саны

12-кесте

Түсіріс масштабы	Анық жиекті түсіріс кезінде		Жиектері анық емес түсіріс кезінде	
	1 шк ²	Бір планшетке	1 шк ²	Бір планшетке
1:5000	22	89	10	40
1:2000	50	50	22	22
1:1000	80	20	36	9
1:500	142	9	64	4

<i>Түсіріс масштабы</i>	<i>Жүрістің ең ұзын шамасы, м</i>	<i>Қабырғаның ең ұзын шамасы, м</i>	<i>Қабырғаның ең көп саны</i>
1:5000	1500	300	8
1:2000	600	200	4
1:1000	300	150	3

Түз жұмысының алдында аспапты тексеруден өткізіп, түзетеді.

Тахеометрлық жүрісті салу кезінде, әр станцияда (тұрақта) істелетін жұмыстың реті төмендегідей:

1. Тұраққа аспапты орнатады, яғни тахеометрді өлшейтін бұрыштың төбесіне орнатады да, оны қалыпты жағдайға келтіріп, көру дүрбісін бақылауға дайындайды;

2. Аспап биіктігін болат таспамен 1 см дейін дөңгелектеп өлшейді (яғни, көру дүрбісінің жазық жазықтықтағы айналу осі мен нүкте үстіне қағылған қазықшаның төбесіне дейінгі биіктік).

3. Дүрбі тор көзінің тік сызығын, соңғы немесе алдыңғы жүріс нүктесінің үстіне қойылған рейканың ортасына бағыттайды;

4. Қашықтық өлшегіш жіп торлары арқылы рейкадан есептерді алады. Мұнда, дүрбіні қашықтық жіп торын рейкадағы бүтін метрге (мысалы 1000 мм) тең есепке бағыттайды. Қашықтық торларынан алынған есептердің айырмасын қашықтық коэффициентіне көбейтіп, ара

қашықтықты анықтайды. Тексеру үшін, рейканың қызыл жағынан есеп алып, қайталайды;

5. Дүрбіні рейканың төменгі жағына бағыттайды да, жазық бұрышты өлшейді (бірінші ретте соңғы рейкаға бағыттайды да, жүріс бағытымен сол жақтағы, ал алдыңғы рейкаға бағыттауда - оң жақтағы бұрыштар өлшенеді);

6. Көру дүрбісінің жазық тор сызығын, рейкадағы аспап биіктігі деңгейіне дәлдейді де, тік дөңгелек үстіндегі цилиндрлік деңгейді ортасына (нөлдік қосынға) келтіріп, тік бұрышты өлшейді.

Әрі қарай, барлық өлшемдерді алдыңғы рейкаға қойып (немесе соңғы) қайталайды. Осы жасалған өлшемдер жарты әдісті құрайды. Көру дүрбісін зенит арқылы аударып, әдістің екінші жартысын жоғарыдағы ретпен қайталап орындайды.

Жазық ара қашықтықты және өсімшелерді тахеометриялық жүрісті салу кезінде (далада) электрондық микрокалькулятор немесе тахеометриялық кестені пайдаланып есептейді. Ара қашықтықты есептеу реті алдыңғы параграфтарда толық айтылған.

Қабырғалардың ұзындықтары мен өсімшелерін тура және кері бағытта өлшеу нәтижелері арасындағы ауытқулар арқылы, істелген жұмыстың сапасын тексереді. Сызықтық алшақтық $1/400$ қатынасындай, өсімше алшақтығы әр 100 м-ге 4 см аспауы керек.

Тахеометриялық жүріс нүктелерінің координаталары мен биіктіктерін де, сол түз жұмыстары кезінде есептейді.

Тахеометриялық жүрісті алдағы параграфта айтылғандай, яғни теодолиттік жүрістегідей теңдейді. Бұрыштық қиылыспаушылық f және сызықтық қиылыспаушылықтар f_{β} келесі формулалармен анықталады:

$$f_{\beta} = l' \sqrt{n}, \text{ мұндағы } n - \text{жүрістегі тұрақ саны; } f_s = \frac{P}{400\sqrt{N}};$$

мұндағы P – жүріс ұзындығы; N - жүрістегі өлшенген сызықтар саны.

Жүрістің дирекциондық бұрыштарын 1 минутқа дейін, ал координаталар өсімшелерін 0,01 м дейін

дөңгелектейді. Тригонометриялық нивелирлеу жүрісінің биіктік шамаларын теңдеу 13-кестеге сай жүргізеді. Биіктік қиылыспаушылық f_h формуламен анықталады:

$$f_h = \sum h_{op} - (H_{соң} - H_{бас}), \quad (135)$$

Нүктелердің биіктіктерін есептеу

13-кесте

Нүктелер реті	Өсімшелер, м			Қабырға ұзындығы, м	Түзетілген өсімшелер	Нүкте биіктігі, м
	Тура	Кері	Орташа			
1						150,70
2	+5,22	-5,24	+2 5,23	187,2	+5,25	155,95
3	-5,93	+5,89	+2 -5,91	225,8	-5,89	150,06
4	-3,70	+3,70	+1 -3,70	156,6	3,69	146,37
5	+7,25	-7,17	+3 +7,21	271,4	+7,24	153,61
1	-2,96	+2,92	+3 +2,91	265,7	2,91	150,70
$f_h = \sum h_{op} = -0,11$						
				$P = 1106,7$	$\sum h$	
$= 0,00$						
$f_{h(шек)} = \frac{0.04P}{\sqrt{n}} = \frac{0.04 \cdot 1107}{5} = 20 \text{ см.}$						

мұндағы $\sum h_{op}$ – әр сызық үшін, өсімшелердің орташа алгебралық қосындысы; $H_{соң}$, $H_{бас}$ – жүрістегі бастапқы және соңғы нүктелердің биіктіктері.

Есептелінген қиылыспаушылықты төмендегі формуламен бағалайды:

$$f_{h(шек)} = \frac{0.04P}{\sqrt{n}}. \quad (136)$$

Биіктік қиылыспаушылық шектік шамадан аспаса немесе оған тең болса, онда оны кері таңбамен қабырға ұзындығына сай бөледі. Түзетілген өсімшелерді бірінен кейін бірін тізбектей, бастапқы берілім нүктесінің биіктігіне қоса отырып, тахеометриялық жүрістің барлық нүктелерінің биіктіктерін есептейді.

10-кестеде тахеометриялық жүріс биіктіктерін есептеудің мысалы берілген.

Тахеометриялық жүрістің тік бұрышты координаталары мен нүктелер биіктіктерін анықтағаннан кейін, жер бедерін және құрылымдарды түсіруге кіріседі. Яғни бекет (немесе рейкалық нүктелер) деп аталатын, сол аймақта орналасқан нүктелердің кеңістікте орналасу жағдайларын анықтап, солар арқылы топографиялық планды жасайды.

13.3. Жер бедері мен құрылымдарды түсіру

Жер бетіндегі құрылымдарды түсірудің негізгі жұмыстарының бірі – түсіру, тор сызықтарынан полигон ішіндегі жердің планын толық салу үшін, керекті және жетерлік нүктелер санын анықтай білу.

Түсіру торының қабырғалары, құрылымдарды түсіру үшін, тірек қабырғалары сияқты рөл атқарады. Тахеометриялық түсірісті түсіру нүктесінен (тұрағынан) мына ретпен орындалады:

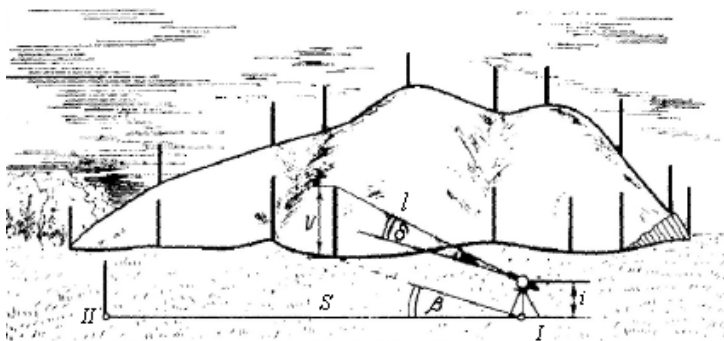
1. Аспапты тұрақ үстіне орнатып, қалыпты жағдайға келтіреді де, биіктігін 1,0 см дәлдікпен өлшейді.

2. Тік бұрышты өлшеу дөңгелегінің нөлдік орнын (МО) анықтайды. Егер аспаптың нөлдік орны шектік шамадан аспаса, онда келесі жұмысқа көшеді.

3. Лимбті тахеометриялық жүрістің бір қабырғасымен бағдарлайды. Ол үшін, лимбтегі жазық бұрышты $0^{\circ}00'$ есебіне келтіреді. Алидаданы бекітеді де, лимбті босатып, түсіру торының бір нүктесіне, яғни бағдарланған нүктеге бұрады. Бекітілген лимбті осы тұрақтағы жұмыс біткенше қозғамайды.

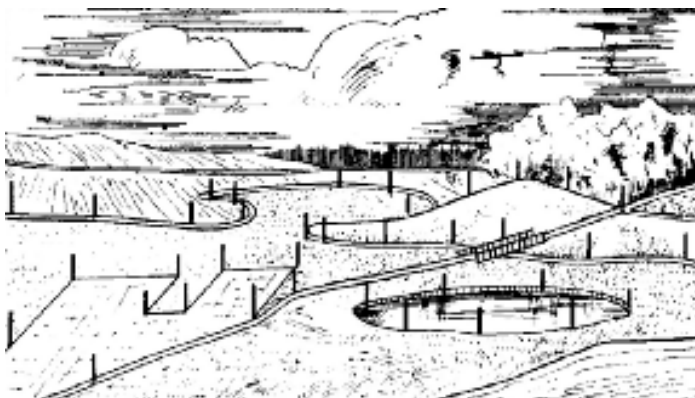
4. Алидаданы босатып, түсірілмекші нүкте үстіне қойылған рейкаға бағыттайды. Бекеттердің орнын тандағанда, жердің

бедерін мейлінше толық түсіру үшін, оларды суағарлар, қырлар және жер бетінің ой-шұңқыр жерлеріне (айтулы) бекітеді (75-сурет).



75-сурет. Жер бедерін топографиялық түсіру

Рейкаларды қою жиілігі, іргелес нүктелерге дейінгі сызық түзу сияқты көрінуі керек. Рейкалар ара қашықтығы пландағы масштабпен 2 см аспауы керек. Жиектік нүктелерді жер бедерінің айтулы нүктелермен мүмкіндігінше біріктіріп, нүктелер санын азайтуға тырысу керек (76-сурет).



76-сурет. Құрылымдық (жиектік) нүктелерді топографиялық түсіру

Рейка ұстаушы жер бедерінің пішінін түсіргенде, төменнен жоғары қарай жүріп отырса, түсіру нәтижесі сапалы болатынын есте сақтаған жөн. Тұйық жиекті полигонда рейка ұстаушы қай нүктеден бастаса, сол нүктеде аяқтайды.

5. Бекетке дейінгі қашықтықты дүрбінің қашықтық өлшегіш жіп торымен өлшейді. Рейканың бүтін санға тең аз тұсына бағыттаған дұрыс (мысалы, 1000 мм).

6. Тік бұрыш өлшегіш дөңгелек үстіне орнатылған цилиндрлік деңгейді нөлдік-қосынға келтіреді де, есеп алады.

7. Жазық дөңгелектен есеп алады (жазық бұрышты өлшейді).

Жоғарыдағы ретпен (1-7) тұрақ маңындағы барлық бекеттің жер бетінде орналасу жағдайларын түсіреді (анықтайды). Тұрақтағы жұмыс лимбтің бірінші нүктеге бағыттағандағы $0^{\circ}00'$ есебі өзгермей тұрғандығына көз жеткізумен аяқталады.

Ол үшін дүрбіні (алидаданы босаған бетінде) бірінші нүктеге бағыттайды, сонда лимбтегі бастапқы есеп ($0^{\circ}00'$) 2 минуттан аспаса, келесі тұраққа көшеді. Егер есеп шектік шаманы қанағаттандырмаса (көп болса), онда тұрақтағы жұмысты толық қайталайды.

Құрылымдарды және жер бедерін тік дөңгелектің бір жағдайында атқарады. Өлшеу нәтижелерін тахеометриялық түсіріс журналына жазады (14-кесте). Жазық ара қашықтықты, өсімшелерді және биіктіктерді түз жұмыстары кезінде микрокалькулятор немесе тахеометриялық кестені пайдаланып есептейді. Бұл есептеулерді далада, жұмыс басында атқару, түсірушінің өзін-өзі тексеруге, сенімділікке, жұмыс сапасын арттыруға септігін тигізеді.

Тахеометриялық түсіріс журналы

14-кесте

Нүктелер реті	Жазық бұрыштар	Көлбеу Қашықтық D, м	Тік бұрыштар (ҚЛ)	Көлбеулік $\pm v$	Жазық Қашықтық $d=D\cos v$	Өсімше-лер h , м	Бийіктік Н, м	Ескертулер
<i>№ I Тұрақ H=150,70 м; i=1,32 м; Теодолит Т30 МО =359⁰ 59'</i> <i>Лимб II нүктеге бағдарланған</i>								
1	342 ⁰ 30'	126,6	358 ⁰ 38'	-1 ⁰ 21'	126,6	-2,98	147,7	Сокпак
2	334 ⁰ 45'	91,2	356 ⁰ 06'	-3 ⁰ 53'	90,8	-6,08	144,6	Бұлақ
3	356 ⁰ 10'	75,9	355 ⁰ 37'	-4 ⁰ 22'	75,5	-5,73	145,0	
4	24 ⁰ 30'	94,4	358 ⁰ 13'	-1 ⁰ 46'	94,4	-2,90	147,8	
5	48 ⁰ 50'	116,0	359 ⁰ 30'	-0 ⁰ 29'	116,0	-0,93	149,8	
6	43 ⁰ 10'	91,4	358 ⁰ 21'	-1 ⁰ 38'	91,4	-2,59	148,1	Бұта
7	44 ⁰ 50'	56,0	355 ⁰ 02'	-4 ⁰ 57'	55,6	-4,78	145,9	-/-
8	60 ⁰ 30'	116,6	358 ⁰ 41'	-1 ⁰ 18'	116,6	-2,65	148,0	-/-
9	79 ⁰ 50'	117,4	358 ⁰ 11'	-1 ⁰ 21'	117,4	-3,69	147,0	
10	90 ⁰ 25'	72,0	357 ⁰ 36'	-1 ⁰ 48'	71,9	-2,99	147,7	
11	132 ⁰ 10'	57,5	357 ⁰ 36'	-3 ⁰ 25'	57,3	-3,42	147,3	
12	208 ⁰ 05'	58,4	356 ⁰ 20'	-3 ⁰ 39'	58,2	-3,70	147,0	
13	266 ⁰ 30'	85,5	357 ⁰ 19'	-2 ⁰ 40'	85,3	-3,96	146,7	
14	312 ⁰ 20'	40,0	357 ⁰ 15'	-2 ⁰ 44'	39,9	-1,90	148,8	
15	115 ⁰ 20'	20,8	358 ⁰ 30'	-1 ⁰ 29'	20,8	-0,54	150,2	
16	310 ⁰ 00'	120,0	356 ⁰ 34'	-3 ⁰ 25'	119,5	-7,11	143,6	Бұлақ
17	54 ⁰ 05'	30,2	354 ⁰ 39'	-5 ⁰ 20'	29,9	-2,76	147,9	
II	0 ⁰ 01'							Лимбтың дұрыс бағдарланғанын тексеру

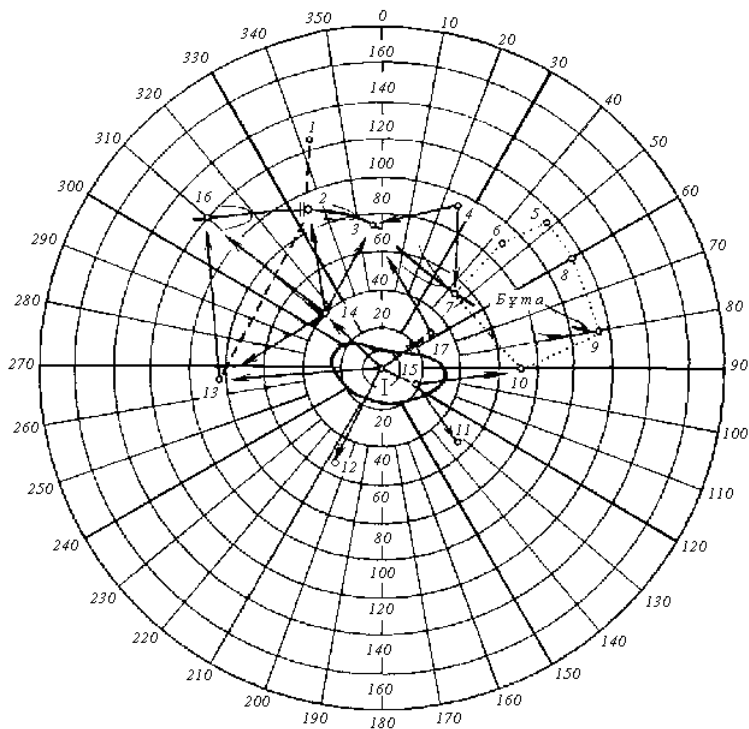
Әр тұрақта нүктелердің орналасуын түсірумен бірге, сол жердің тәсімдік планын (сұлбасын) кез келген масштабта қолдан салып отырады (77-сурет).

№ I Тұрақ $H = 150,70 \text{ м}$ *Күні 04.01.04*

Лимбтің нөлі № II нүктеге бағдарланған

Аспап биіктігі $i = 1,32 \text{ м}$

Белгі биіктігі $v =$



Жүргізуші - Меруерт Т.
 Бақылаушы - Диас Т.

77-сурет. Тахеометриялық түсірістің әр тұрақтағы сұлбасы
 (тәсімдік планы)

Теодолиттік түсірістің сұлбасынан тахеометриялық түсірістің сұлбасының айырмашылығы: мұнда план салуға керекті сандық шамалар болмайды, бірақ түсірілген жер бедерінің сипаты туралы ақпараттар көрсетіледі. Үшкілмен бекетаралық көлбеулік пен бедер бағытын (суағарлардың, қырлардың), ал кейде көз мөлшерімен жердің ойлы, қырлылығын көрсететін негізгі нүктелер қай тұстан өтетіндігін сызып белгілейді.

Әр тұрақтағы түсіруді, журналдың әр бетіне бөлек сызады. Құрылым элементтерін шартты немесе түсініктеме белгілермен, сөздермен толықтырады. Рейкалық нүктелерді араб цифрларымен көрсетеді. Түсіріс кезінде сұлбадағы бекеттер реті, журналдағы ретімен дәл келуін қадағалап отырады. Абристі (сұлбаны) салу тахеометриялық түсірістегі жауапты жұмыс, себебі оның негізінде топографиялық план салынады.

13.4. Тахеометриялық түсіріс нәтижесін өңдеу және топографиялық планын салу

Тахеометриялық түсірісте топографиялық план түз жұмыстарындағы өлшемдер мен сұлбадағы қосымша ақпараттар негізінде салынады. Сондықтан, алдымен түздік журналдағы жазулардың дұрыстығын, сұлбаны ретке келтіреді. Жазық және тік бұрыштардың, көлбеу ұзындықтардың, жазықтықтағы сәулесінің шамаларын, тік координаталарын және нүктелер мен бекеттердің биіктіктерін, полярлық координаталарының дұрыс есептелінгеніне тексеру жасайды.

Күндіз жасалған түсіріс нәтижелерін планға сол күні салу ұсынылады, себебі бүгін түз жұмысында жіберілген қателерді анықтап, ертеңіне түз жұмысына шыққанда түзетуге мүмкіндік туады.

Топографиялық планды тахеометриялық түсіріс негізінде салу реті төмендегідей:

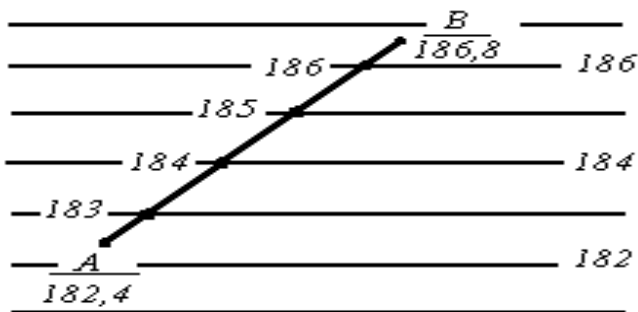
1. Арнаулы ватман қағазына (негізі қатты фанераға немесе алюминийге желімделген, т.с.с.) координаталар торын салу (мұндағы жұмыс реті теодолиттік түсіріс планының координаталар торын салу ретіндегідей);

2. Координаталары арқылы планға түсіру негіздерінің нүктелерін, бекеттерін салу. Координатографты немесе өлшегіш-циркуль және масштабтық сызғышты пайдаланып, графикалық құруларға кіріседі. Түсіру негіздері нүктелерін планға салу сапасы, пландағы ара қашықтықтарды өзіне тән координаталар есептеу журналындағы шамасымен салыстырумен анықталады. Бұл алшақтық планның

масштабымен 0,2 мм аспауы керек. Осындай әдістермен салынған түсіру торы, бекеттер, нүктелер және қосымша құрылымдар планға түсірудің негізі болып есептеледі;

3. Тахеометриялық түсірістің журналы және сұлба берілімдері арқылы рейкалық нүктелерді планға салу. Бекеттердің орны полярлық координаталар әдісін пайдаланып, графикалық жолмен салынады. Тұрақтан рейкалық нүктенің бағытын транспортирмен салады. Ол үшін түсірістің басында лимб бағдарланған сызықтан сағат тілінің бағытымен жазық бұрыштарды салады (11-кестенің 2-тік жолы). Осы салынған бағыттың бойымен жазық ара қашықтықты (11-кесте 6-тік жол) панның масштабында көлденең масштабтық сызғыш және өлшегіш-циркульдің көмегімен салады. Салынған нүктелер бөлшекпен алымына реттік саны, бөліміне - биіктігін жазады. Сұлбаға сәйкес осы нүктедегі құрылым жиегін немесе нысанды шартты белгісімен салады;

4. Жер бедерін горизонтальдармен өрнектейді (кескіндейді). Ең алдымен сұлбаға сай, жер бедерінің айтулы тұстарын белгілейді (суағарларды, қырларды), яғни болашақ бедердің нұсқасын көрсетеді. Әрі қарай бедер толқыны бірегей жерлердің (сызықтың) бойынан биіктіктері бүтін санды бедер шамасына тең аралық нүктелерді белгілейді. Мұны жіктеу (интерполяция) дейді. Бұл амалды графикалық жолмен, яғни ұқсас үшбұрыштардан іздеп отырған элементтерді табады.

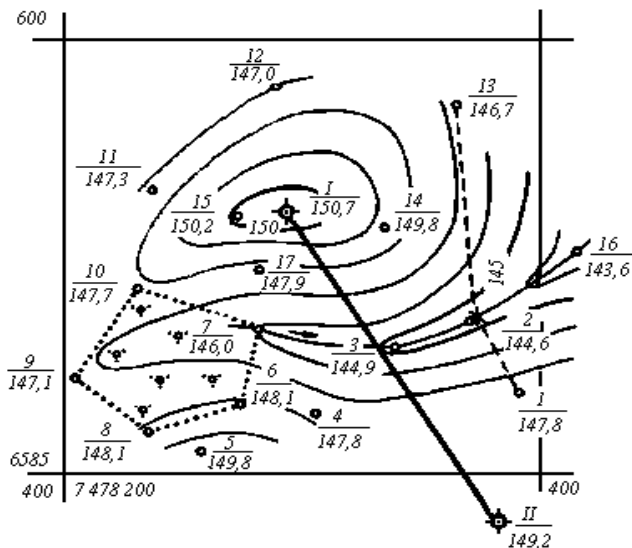


78-сурет. Сызықтық жіктеу

Осы әдіске толығырақ тоқталайық, арнаулы жылтыр қағазға (калька, восковка) бір-біріне параллель, аралары 3-5 мм сызықтар сызады. Жер бедерінің биіктік қимасына сәйкес (мысалы 78-суретте, 1 м) әр сызықтың биіктігін цифрмен жазады. Әрі қарай кальканы жіктелмекші сызықтың үстіне салады да (мысалы AB сызығы, мұнда $H_A = 182,4$ м және $H_B = 186,8$ м), A нүктесін $182,4$ м биіктікке, ал B нүктесі $186,8$ м биіктікке келгенше кальканы бұрады (жылжытады). Калька айтылған биіктіктерге дәл келген кезде ұстап тұрып 183 , 184 , 185 , және 186 биіктіктерінің AB сызығымен қиылысқан тұстарын инемен шаншып белгілейді де, кальканы алып, нүктелер орынын қаламмен көтеріп, биіктіктерін жазады. Осындай жолмен табылған бірдей биіктікті нүктелерді толқымалы сызықпен қосып, жер бедерін көрсететін горизонтальдар сызығын салады. Жер бедерін көзге жеңіл есептеу және нүктелер биіктіктерін анықтау үшін, жуандатылған горизонтальдар қолданылады. Кейбір жағдайда бедер ерекшеліктерін көрсету үшін, жартылай горизонтальдарды жүргізеді. Горизонтальдарды әр жерінен үзіп, оның биіктік шамасын жазады, жазу табаны ой жаққа (биіктігі төмендейтін жаққа) қарайды. Тұйықталған горизонтальдардан жер бедерін оқу (тану) қиынға түсетін болғандықтан, ол жерлерде бергштрихтар қойылады.

Ауданы үлкен жерлердің топографиялық пландарын құруда, ондағы құрылымдар мен бедерлерін іргелес планшеттердің ортасына келтіріп салады. Қаламмен сызылған планды жер бетімен салыстырып, істелген жұмыстың дұрыстығына көз жеткізіп отырады. Тексеріліп, түзетелген планды (79-сурет) «Топографиялық пландардың 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 масштабтардағы шартты белгілері» атты нұсқауға сай тушыпен сызады.

Топографиялық аспап-тахеометр тахеометриялық түсірісте жазық бұрыштарды, ара қашықтықтарды және өсімшелерді (тік бұрыштарды) тез өлшеуге арналған.



79-Сурет. Тахеометриялық түсірістің планы

13.5. Тахеометрдің түрлері

“Тахеометрлер. Түрлері. Негізгі өлшеу шамалары. Техникалық талаптары” ГОСТ 10812-74 талаптары бойынша теодолит сияқты дәлдігіне, не үшін керектігіне байланысты емес, олардың конструкциялық ерекшеліктеріне байланысты бірнеше түрге бөлінеді.

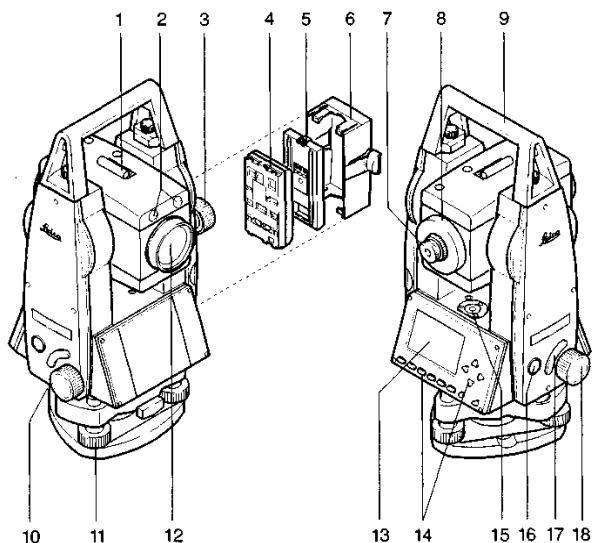
ТМД елдерінде (Россия, Белоруссия, Украина) тахеометрдің төрт түрі шығарылады: электронды тахеометр (ЭТ), қос бейнелі тахеометр (ГД), номограммды тахеометр (ТН) және ішкі базалық (ТВ).

Электронды тахеометр (ЭТ) геодезиялық негіз тұрақтарын құру және тахеометриялық түсірістер жүргізуге арналған. Бұл электронды тахеометрлердің басқа тахеометрлерден айырмашылығы - мұнда кодтық теодолитпен жарық жылдамдығын пайдаланып, ара қашықтық өлшегішті біріктіру негізіне құрылған.

Электронды тахеометр дүрбісін нүкте үстіне қойылған арнаулы призмалы шағылыстырғышқа бағыттап, автоматты түрде нүктенің кеңістіктегі орнын анықтайды. Далада істелетін өлшем жұмыстары түгелдей автоматтандырылған. Электронды тахеометрден алынған ақпарат ЭЕМ өңделіп, топографиялық план автоматты түрде арнаулы графокүру (графостроитель) аспабымен салынады.

Шетелдерде электронды тахеометрдің мына сериялы түрлері шығарылады: Leica TGR303/305/307; RTG ELTA 14; EOT-200 (ФРГ), АГА-10 (Швеция); ЗТа5Р (УОМЗ, Россия) т.б.

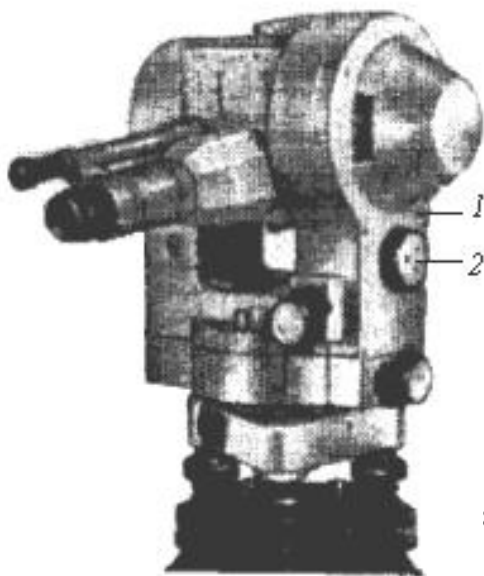
Leica TGR303/305/307 электронды тахеометрі жоғарғы сапалы электрондық тахеометрлер қатарына жатады. Бұл тахеометрдің прогрессивтік технологиясы, геодезиялық жұмыстарды жеңілдетіп, болашақта азаматтық құрылыс, инженерлік ізденіс, тау-кен, геологиялық барлау жұмыстарында кеңінен қолданылатыны сөзсіз. Бұл тахеометрдің функционалды мүмкіндігі оны тез игеріп кетуге жағдай жасайды.



80-сурет. Leica TGR303/305/307 электронды тахеометрі

164-суретте 1 - оптикалық көздегіш, 2 - бірге орналасқан бағыттау жүйесі ELG-маягі (оптика), 3 - биіктік бағыттаушысы, 4 - аккумуляторлық батерея, 5 - аккумуляторлық батерея қорабы, 6 аккумуляторлық батерея бөлімшесінің қақпағы, 7 - окуляр, 8 - фокустық реттегіш, 9 - тұтқа, 10 - порт RS232, 11 - көтергіш бұранда, 12 - электронды қашықтық өлшегіш объективі, 13 - дисплей, 14 - клавиатура, 15 - дөңгелек деңгей, 16 - қосу тетігі, 17 - триггер клавиші, 18 - азимут бойынша бағыттау тетігі.

Қос бейнелі тахеометр ТД (81-сурет) геодезиялық негіз тұрақтарын құру мен тахеометриялық түсірістерде қолданылуы мүмкін. ТД тахеометрі жазық және көлбеу қашықтықтарды автоматты түрде анықтайтын, қос бейнелі редуциялық ара қашықтық өлшегішпен жабдықталған. Өсімшені сол қашықтық сияқты, рейкадан есеп алып анықтайды. ТД типтес тахеометрлер тұрақты параллактикалық бұрышты, қос бейнелі қашықтық-биіктік өлшегішпен жабдықталған. Қашықтық өлшегіш жүйесінің негізгі элементі - тік қорапта 1 орналасқан екі сыналы оптикалық компенсатор болып саналады



81-сурет. ТД тахеометрі

(81-сурет). Қашықтық өлшегіш жүйесінің тетігін 2 “S” жағдайына қойса, ара қашықтықты, ал сол тетікті “H” жағдайында өсімшені анықтайды. Қашықтықты редуциялау кезінде (жазық ара қашықтықты табу кезінде) β параллактикалық бұрышының мәні автоматты түрде, көздеу осінің көлбеулігі ν бұрышына байланысты реттеледі, яғни:

$$\beta = \beta_0 \cos \nu, \quad (137)$$

мұндағы β_0 – параллактикалық бұрыштың жазық жазықтықтағы ең үлкен шамасы ($34' 22,6''$). ТД тахеометрінде оптикалық компенсатордың сыналары аспаптың жазық осімен қатаң жалғасқандықтан, көру дүрбісін ν бұрышына еңкейткенде, рейкадан шағылысқан сәуле компенсатордың бас қима жазықтығына қарағанда, сыналарды әр түрлі бұрышпен қиып өтеді. Егер оптикалық компенсаторды, оның бас қимасы мен көздеу осі арасындағы бұрышқа дәл келетіндей етіп орналастырса, онда рейкадан жазық ара қашықтықты есептеуге болады:

$$s = s' \cos \nu \quad (138)$$

бірақ,

$$s' = L \cdot \rho'' / \beta \quad (139)$$

немесе 201-формуланы есепке ала отырып,

$$s' = \frac{L \cdot \rho''}{\beta_0 \cdot \cos \nu} \quad (140)$$

Сонымен,

$$s = s' \cdot \cos \nu = L \cdot \rho'' / \beta_0 = K \cdot L, \quad (141)$$

мұндағы $\rho'' / \beta_0 = K$ - қашықтық өлшегіштің тұрақты саны деп аталатын 100 тең сан;

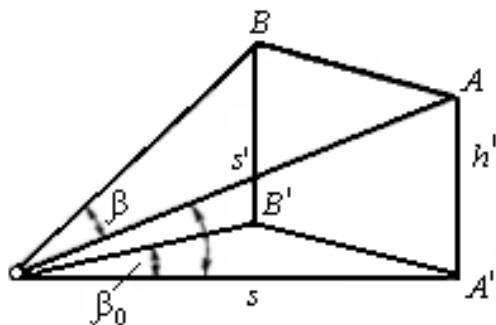
L - рейкадан алынған есеп.

Компенсаторды 90° бұрса, оның бас қима жазықтығы және оны қиып өтетін сәуле арасындағы бұрышта 90° өзгереді және

$$\beta_h = \beta_0 \cdot \sin \nu \quad (142)$$

149- суреттен:

$$h' = s' \cdot \sin \nu \quad (143)$$



82-сурет. ТД тахеометрімен қашықтық және өсімше анықтау тәсімі

139 және 142 формулаларды есепке ала отырып,

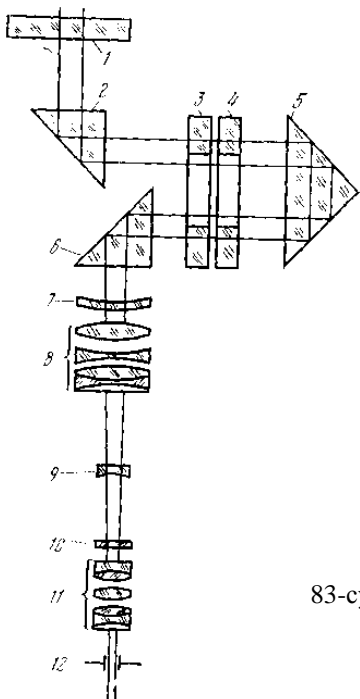
$$h' = K \cdot L, \quad (144)$$

мұндағы h' - рейканың жазық осінің, көру дүрбісінің жазық жазықтықтағы айналу осіне қарағандағы өсімшесі;

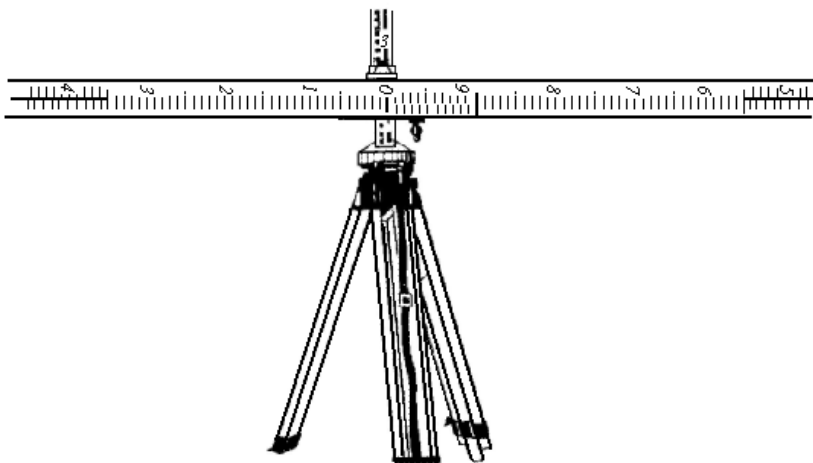
L - h' дәл келетін рейкадан алынған есеп.

Жоғарыдағы айтылған өлшеу жолдары қашықтық-биіктік өлшегіш ТД тахеометрінің оптикалық тәсімінде келесі ретпен орындалады (83-сурет). Жарық сәулені қорғағыш шыныдан (1) өткен соң, екі дөңгелек сынадан (3) және (4) призмадан (2) тұратын компенсаторға бағытталады.

Жарық сәулесінің бір тобы сыналар арқылы өткен соң, қайтарушы призмаға соғылып, қайтадан сыналар арқылы өтеді. Жарық сәулесінің екіге бөлінуі нәтижесінде, призманың (6) гипотенузальық қырында параллактикалық β бұрышының шамасына ауысқан рейканың екі жарты бейнесі пайда болады. Әрі қарай призманың (6) көмегімен сәуленің жартысы көру дүрбісінің ішіне бағытталады. Көру дүрбісі объективтен (2), фокустық линзадан (9), бипризмадан (10) және окулярдан (11) тұрады. Жарық сәулесінің екінші жартысы компенсатордың (3) және (4) сыналарынан өтіп, телескоптық линзаға (7) соғып дүрбі



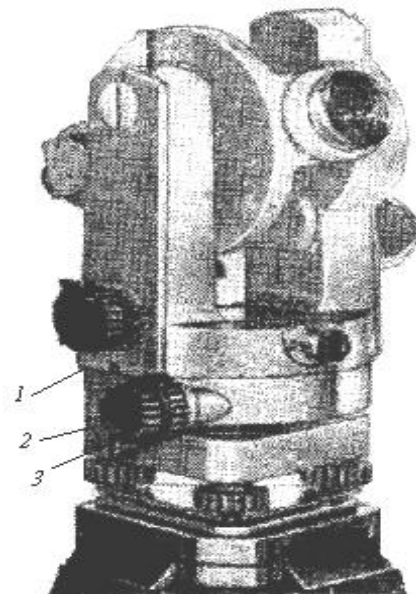
83-сурет. ТД тахеометрінің оптикалық тәсімі



84-сурет. ТД тахеометрінің рейкасы

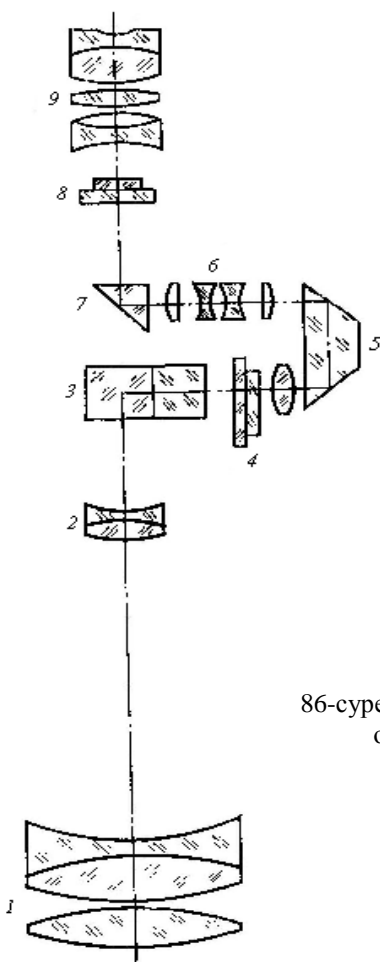
ішіне бағытталады, нәтижесінде дүрбі окулярының фокальдық жазықтығында рейканың екі бейнесі көрінеді.

Көлденең (жазық) рейка ұзынабойының бір жағында екі сантиметрлік бөліктері бар, ал екінші жартысында нониус деп аталатын үш қосалқы шкаласы болады. Бұл қосалқы шкалалар негізгі шкаладан есепті толық алуға арналған.



85-сурет. Номограммдық Дальта 010 *тахеометрі*

Рейканың бір бейнесін көру үшін, бір бейненің жоғарғы және екінші бейненің төменгі жақтары шектелетін окулярдың ішіндегі диафрагманы 12 ретке келтіреді. Сонымен, ара қашықтықты немесе өсімшені, рейка арқылы нониустың бірімен және оптикалық микрометрдің көмегімен есеп алып, анықтайды.



86-сурет. Дальта 010 тахеометрінің
оптикалық тәсімі

Номограммдық тахеометрлер (ТН) тахеометрлік түсірістерді орындауға арналған. Ара қашықтық, жазық жазықтыққа редуциялау және өсімшені анықтау, көздеу дүрбісінің ішінде көрініп тұратын тік рейкадан, өзіне сәйкес номограммалар арқылы атқарылады.

Редуциялық Дальта 010 тахеометрі “Карл ЦЕЙС” (Иена ФРГ) фирмасы шығарады (85-сурет).

Аспаптың жоғарғы бөлігі (1) қондырғыдан (2) бұранданы (3) босатса айырылады. Тік рейкадан шыққан сәуле үш линзалы объективтен (1) өтіп, фокусын реттеуші құрылғыға (2) жетеді. Призмалық жүйенің (3) көмегімен рейканың бейнесі номограмма жазықтығына түседі. Рейка мен номограмма қисық сызықтарының (әрі қарай “қисық” деп жазамыз) қосарланған бейнесі призма (5) арқылы қайтармалы жүйеге (6), әрі қарай призманың гипотенузалық қырынан шағылысып, жіп торы (8) және күрделі дүрбі окулярына жетеді. Көру дүрбісі тура бейнені береді.

Дальта 010 тахеометрінің редуциялаушы құрылғысы қашықтық пен өсімшені анықтау үшін номограмма түрінде жасалған. Ол тік бұрыш ν және телеобъективтің фокустық қашықтығына f байланысты, қисық сызықтардың басталуына қарағанда, айнымалы қашықтықты сызықтар жүйесінен тұрады. Номограммдық қисықтар есептеулері формуламен анықталады:

$$p = \frac{f \cdot \cos \nu}{K_s \pm 0.5 \cdot \sin \nu} ; \quad (138)$$

$$p' = \frac{0.5 f \cdot \sin 2\nu}{K_h \pm \sin^2 \nu} ; \quad (139)$$

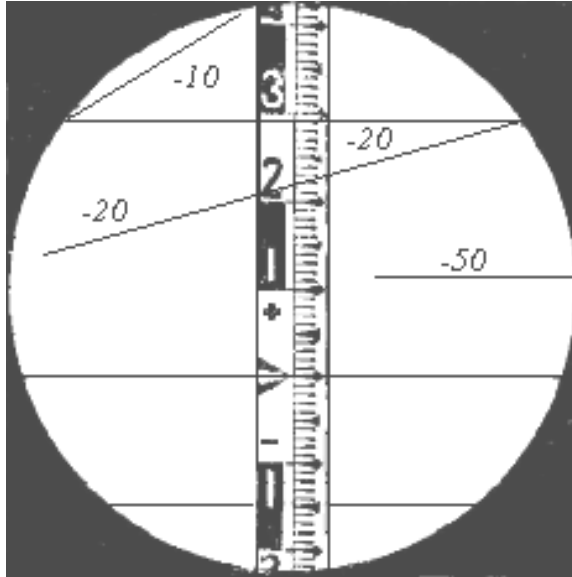
мұндағы p – бастапқы және жазық қашықтық қисық сызықтарының K_s коэффициентінің арасындағы интервал шамасы,
 p' – бастапқы және жазық қашықтық қисық сызықтарының K_h коэффициентінің арасындағы интервал шамасы.

138 және 139 - формулалардың шамасы, көлбеулік шамасына сәйкес -45^0 -тан $+45^0$ дейінгі шамаға есептелінген (87-сурет).

Жазық ара қашықтық формуламен есептеледі:

$$s = (n_s - n_0) K_s , \quad (140)$$

мұндағы, n_s және n_0 – қашықтық пен бастапқы қисық сызықтардан алынған есептер, см; K_s – жазық қашықтықтар қисықтарының коэффициенті, 100-ге немесе 200-ге тең (200-ге тең қисық сызықтың коэффициенті AB қисығының астында орналасқан). Мысалы, 87-суретке сай жазық ара қашықтық, $s = (29,2 - 0,0) \cdot 100 = 29,2 \text{ м}$.



87-сурет. Дальта 010 тахеометр дүрбісінің ішкі көрінісі

Өсімшені осыған ұқсас, келесі формуламен анықтайды;

$$h = (n_h - n_0) K_h + i - v = h' + i - v \quad (141)$$

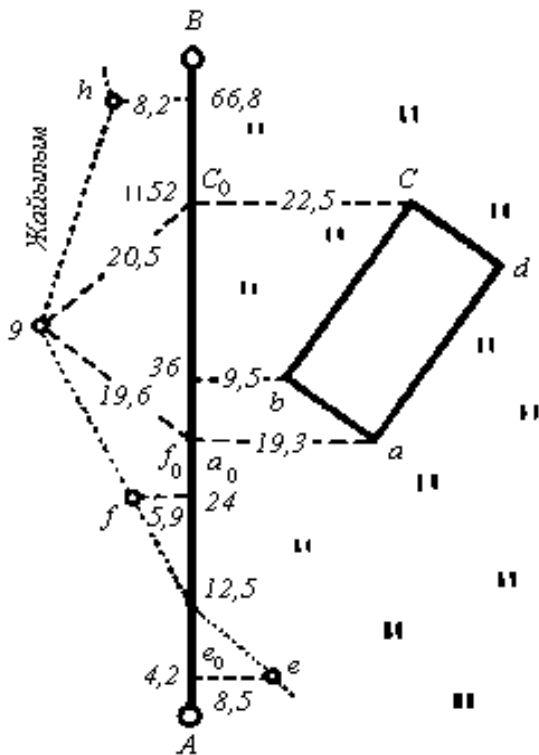
мұндағы $n_h - n_0$ – ретімен өсімше қисығы мен бастапқы қисықтан алынған есептер, см; K_h – өсімше қисығының коэффициенті (ретімен ± 10 ; ± 20 ; ± 50 және ± 100); i – аспап биіктігі; v – белгі биіктігі.

$$87\text{-суретте } h = (2 + 21,8 - 0)(-20) = -436,0 \text{ см} = -4,36 \text{ м.}$$

Түз жұмыстары кезінде бірден топографиялық планды салуға арналған қосымша құрылғы ретінде Дальта 010А тахеометрі Карти столымен жабдықталған.

14. ТӨМЕНГІ ДӘЛДІКТІ ТҮСІРІСТЕР

Жер бетіндегі құрылым, нысандардың жағдайларын (кеңістікте орналасуын) түсіруде жоғары дәлдікті қажет етпейтін кездерде, дәлдігі төмен түсірістер қолданылады. Оларды дәлдігі төмен аспаптармен, қарапайым әдістермен орындайды.



88-сурет. Экерлік түсіріс

Төменгі дәлдікті түсірістерге экер және ұзындық өлшегіш таспамен, буссольмен және көз мөлшерімен түсіру түрлері жатады.

14.1. Экермен және өлшегіш таспамен түсірудің мақсаты.

Кейбір жер бетінде бағдарланған, бекітілген және магистральды созылған желілерден салыстырмалы түрде, құрылымдардың пландық жағдайын түсіру. Түсіру процесі, кез келген нысан сұлбасы айтулы нүктелерінің орналасуын анықтаудан тұрады. Мысалы, 88-суретте ғимараттың орналасу жағдайын a , b және c бұрыштық нүктелерімен анықтайды, ал оның төртінші нүктесі ab және cb қабырғаларына a және c нүктелерінен перпендикуляр жүргізумен анықталады. Панда қисық сызықты сұлбаны бейнелеу үшін, сұлба бойымен айтулы нүктелерін әр 15-20 м сайын нүктелер белгілеп, олардың орналасу жағдайларын перпендикулярлар әдісімен анықтайды.

Құрылымды түсіру кезінде экер аспабын тұрақты бұрышпен (көбінесе 90^0) бір-бірін қиып өтетін түзулерді жер бетіне салу үшін қолданады. Экер аспабы екі түрге бөлінеді: *қарапайым* және *оптикалық*. Қарапайым түрі бір-біріне перпендикуляр екі жазықтыққа түсірілетін нысандарға негізделген. Оптикалық түрі - ол айналы және призмалы экерлер. Іс жүзінде екі айналы экер көп тараған (89а-сурет). Бұл экердің жұмыс істеу реті оптиканың заңына негізделген. Жарық сәулесі бір-біріне ν бұрышымен орналасқан екі айнадан өзінің бағытын өзгертіп, 2ν бұрышына тең бағытқа бұрылады (89ә-сурет). Жарық сәулесі A нүктесіне қойылған қазықтан S_1 айнасына α бұрышымен түседі, одан сол бұрышқа тең бағытпен S_2 айнасына, ал одан β бұрышына тең бағытпен жарық өзінің бастапқы бағытын x бұрышына тең бағытқа өзгертеді. Ал x бұрышы KMN үшбұрышының сыртқы бұрышы, сондықтан:

$$x = 2\alpha + 2\beta = 2(\alpha + \beta) \quad (142)$$

NOM үшбұрышынан:

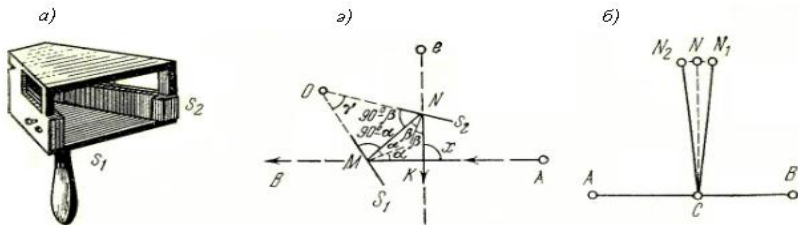
$$\gamma = 180^0 - (90^0 - \alpha) - (90^0 - \beta) = \alpha + \beta \quad (143)$$

233 және 234 формулаларынан бір-бірінің орнына қойып, табатынымыз:

$$x = 2\gamma. \quad (144)$$

Сонымен, бір-біріне перпендикуляр екі жазықтықты құру үшін, екі айна арасындағы бұрыш $\gamma = 45^0$ тең болуы керек.

Экермен жұмыс істеу ыңғайлы болуы үшін, астына тіктеуіш ілетін тесігі бар ұстағыш орнатылған. Экермен бұрышты жер бетіне салу дәлдігі 5 минут.



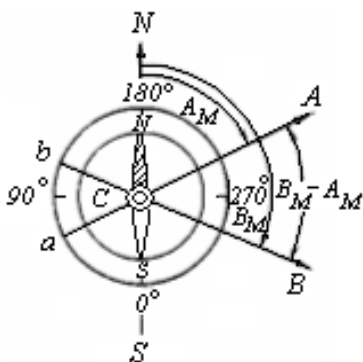
89-сурет. а) құрылысы; ә) жұмыс істеу жолы; б) экерді түзету тәсімі

Экерді тексеру және түзету үшін AB түзуінің бойынан C нүктесін тандап алады (185-сурет). Экердің көмегімен AB сызығына A және B нүктелерін пайдаланып, екі рет перпендикуляр түсіреді. Ол үшін, экерді C нүктесінде ұстап, оны тік осімен бұра отырып, S_1 айнадан A нүктесіне қойылған қазықтың екі рет шағылысқан бейнесін табады. N қазығын ұстаған көмекшіге белгі бере отырып, N қазығының S_1 айнасында A нүктесі бейнесімен дәл келгенін қадағалайды. Егер экер түзу болса, онда табылған MN сызығы C нүктесінде AB сызығына перпендикуляр болады. Оған көз жеткізу үшін, сол C нүктесінде тұрып B нүктесін пайдаланып, істелген жұмыс ретін қайталайды. Егер экер түзу болса, онда екі жарты амалдан табылған N қазығы бір нүкте үстінен шығады. Кері жағдайда, N_1 және N_2 екі нүктесі пайда болады. Экерді түзету үшін, N_1N_2 сызығының ортасынан N нүктесін белгілеп, оған қазықты тігінен қояды. Экердің түзеткіш бұрандасы арқылы айнаны қозғай отырып, екі қазықтың бірі A (немесе B) N нүктесі үстіне қойылған қазықпен дәл келгенше бұрады (89 б-сурет).

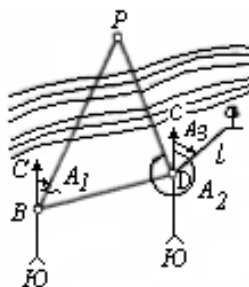
14.2. Буссольдық түсіріс.

Буссольдық түсірістің бастапқы жұмысы-ол түсіру негізін құру. Түсіру негізі көбінесе тұйық полигон ретінде іске асады. Түсірілмекші аймақты шолып болған соң, түсіру нүктелерінің орынын таңдап алып, бекітуге кіріседі. Полигон қабырғаларын сызықтық өлшемдер жүргізуге ыңғайлы етіп алады, оның үстіне әр нүктеден екі іргелес нүктелер көрініп тұрулары керек. Нүктелер арасы өлшегіш таспамен, бұрылу бұрыштарын (немесе полигон қабырғаларының магниттік азимуттарын) буссольмен өлшейді, сондықтан бұл түсіріс *буссольдық түсіріс* деп аталады (90-сурет).

Түсіріс қабырғаларының ұзындықтарын, бұрыштарын, олардың көлбеулігін, бұрылу бұрыштарын, магниттік азимуттарын немесе қабырға румбаларын далалық журналға жазады. Буссольдық түсірісті теодолиттік түсіріс сияқты, түсіру негіздерінен бастайды. Әр тұрақта құрылымдарды түсірудің ең қолайлы, тиімді түрлерін таңдап қолданады.



90-сурет. Буссольмен жазық бұрышты өлшеу тәсілі



91-сурет. Құрылымды түсіру

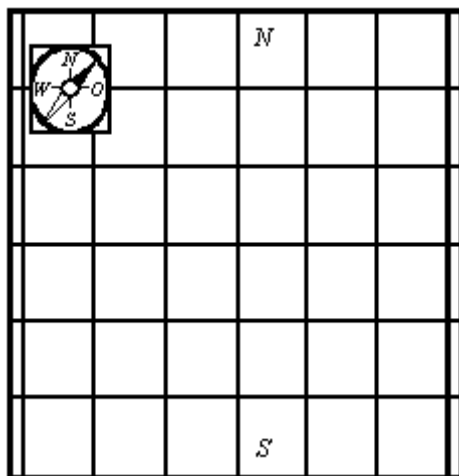
14.3. Көз мөлшерлік түсіріс.

Жер бетінің бір бөлігін көзбен жобалап немесе қарапайым және төменгі дәлдікті тәсілдерді қолданып сызықтық, бұрыштық және биіктік өлшемдер арқылы түсіру *көз мөлшерлік түсіріс* деп аталады. Бұл түсіріс жер бетінің жуық, жеңіл

оқылатын бағдарлау нысандары көп планын беруі керек. Көзмөлшерлік түсіріс алдын ала инженерлік ізденіс, қазба-байлық орындарын іздеу (барлау) және басқа да тез арада түсірілмекші нысан туралы жалпы мәлімет алу үшін жасалады. Тез түсіру мақсатында сызықтар мен бұрыштар қарапайым әдістермен өлшенеді, ал жер бедері көзмөлшерімен жүргізіледі. Көзмөлшерлік түсірістің айтулы нүктелерінің биіктігі, барометрлік нивелирлеумен анықталады.

Көзмөлшерлік түсірісті, сол геодезиялық аспаптың түсірістеріндегідей ретті қолданып, яғни алдымен геодезиялық негізін құрып, содан кейін барып, сол геодезиялық негіз нүктелеріне карағандағы құрылымды түсіруге кіріседі. Көзмөлшерлік түсіріс жүрістерін ылғи жолдар, сызықтық желілер немесе жер бедерінің айтулы нүктелер арасында жүргізеді. Нүктелерді жер бетінде бекітпейтіндіктен, түсірісті жүріспен бірге жүргізеді.

Көзмөлшерлік түсірісті орындау кезінде қарапайым аспаптарды, жабдықтарды қолданады: далалық планшет, компас, көздегіш сызғыш және циркуль-өлшегіш. Далалық планшет картонға немесе фанерге бекітілген, бетінде шаршы тор сызылған бір парақ сызу қағазы (92-сурет)бар.



92-сурет. Далалық планшет

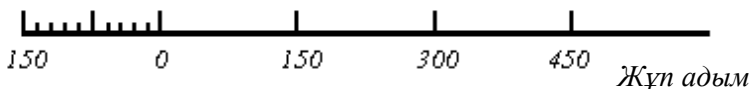
Планшеттің жоғарғы сол жағына компасты орналастырады (бекітеді), оның магниттік меридианды көрсететін тұратын *NS* (солтүстік-оңтүстік) сызығы шаршы торының ұзынабойлық сызығымен параллель болады.

Көздегіш үш қырлы сызғыш (93-сурет) арқылы түсірілмекші нысанға оның жоғарғы қыры бойымен көздеп, бүйіріндегі қырларындағы мм-лік бөліктерін пайдаланып, сол нысанға дейінгі ара қашықтықты салады.



93-сурет. Көздегіш үш қырлы сызғыш

Көзмөлшерлік түсірудегі барлық нысандар шартты түрде үш категорияға бөлінеді. Бірінші категорияға - түсіріске түбегейлі әсер ететін нысандар. Мысалы, елді мекендер, жолдар, өзен тармақтары (салалары) және әр түрлі нысандар жиектері т.б. жатады. Бұл нысандардың орналасуын мүмкіндігінше толық, дәл түсіруге тырысады. Екіншісіне - бағдарламалық нысандар, яғни жер бетінде тез (оңай) танымалы нысандар: завод мұржалары, жеке өскен ағаш немесе қойтас, шақырымдық бағаналар, жолдардың қиылысы, жеке төбелер, т.б. Кейде бағдарламалық нысандарды көрнекі болуы үшін үлкейтіп, өз пішінінде салады. Үшінші категорияға кіші-гірім нысандар - сұлбалық жиектер, жеке түп бұта, жыралар, т.б. жатады.



94-сурет. Адым масштабы

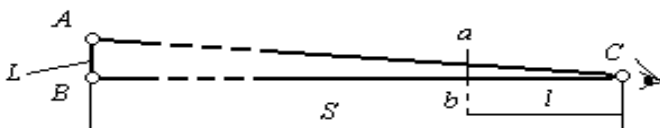
Көзмөлшерімен түсіруде ара қашықтықты көбінесе адымдап өлшейді. Адым санын санағанда, екі адымды бір деп санау қабылданған, яғни оң (немесе сол) аяқты басқанда бір деп

санайды. Біңғайлы болуы үшін, әр орындаушы өзінің адым масштабын жасайды (өлшейді, анықтайды). Ол үшін, жазық жерден 100 м базисті таспамен өлшеп алып бекітеді. Айталық, осы 100 метрді адымдап жүріп өткенде, орташа 61 адым болды делік. Сонда, екі адым ұзындығы $100 \text{ м} : 61 = 1,64 \text{ м}$. Егер сандық масштаб 1:10 000 болса, онда 2 см-лік масштаб негізіне жер бетіндегі 200 м сәйкес келеді, немесе $200 \text{ м} : 1,64 \text{ м} = 122$ екі адым болады.

Адым санын өлшегенде *адым өлшегіш* аспапты қолдануға болады. Мұнда әр адым басқан сайын, оның үшкілі қозғалып, адым санын көрсетіп отырады. Адым ұзындығы белгілі болса, өлшеу басындағы және аяғындағы есептер айырмасын шығарып, жүріс ұзындығын табады. Ұзындықты сонымен бірге жүріс жылдамдығымен, оған кеткен уақыт арқылы да есептеп шығаруға болады.

Көзмөлшерлік ара қашықтықты өлшеу әр түрлі факторларға байланысты: нысанға дейінгі қашықтық, заттың түсі және жарықтығы, атмосфералық жағдайлар, т.б. 95-суретте биіктігі L белгілі нысанға дейінгі қашықтықты S өлшеу үшін, бақылаушы үшқырлы сызғышты қолын соза ұстап (жобамен көзден 60 см қашықтықта) нысанның биіктігін (немесе енін) өлшейді, сонда S қашықтығы формуламен анықталады:

$$S = 0,6 L/(ab) . \quad (145)$$



95-сурет. Биіктігі белгілі нысанға дейінгі қашықтықы өлшеу

Осындай әдіспен жазық немесе тік бұрыштарды өлшеуге болады. Көзден 60 см жерде ұстаған сызғыштың әр сантиметрі 1^0 тең.

Көзмөлшерлік түсіру кезінде келесі ұсыныстарды еске ұстаған жөн:

- әр нысанды үш нүктеден бақылап, түсіру;
- жүйелі түрде тұрақ орнын, түсірілген жиектерді тексеру (мысалы кері бақылау арқылы);
- жүріс барысында алдағы түсірілмекші нүктені әуелі белгілеп алып, тексерген соң ғана планшетке түсіреді;
- құрылымдарды қалдырмай түсіріс жүргізеді, әр тұрақта алдыңғы тұрақта түсірілген нысандарды тексеріп, толықтырып алады да, планшетке түсіреді;
- сұлба жиектерін түсіргенде оларды ірілетіп, яғни жолдардың ұсақ бұрылыстарын, сұлба жиектерін біріктіріп түсіреді де, планға салады;
- барлық түсіріс жұмыстары мен оларды толықтыру, сызу далада жүргізіледі.

Планшетті жер ыңғайына қарай бөліп-бөліп сызады, далада өшірілген кіші-гірім сызықтар көмескіленіп, көрініп тұруы керек. Бірінші кезекте елді мекенді, жеке жергілікті заттар, т.б., әрі қарай солтүстік-оңтүстік бағытымен жазуларын (аттарын) жазады, содан кейін сызықтық жиектер (жолдар, өзендер, байланыс желілері, т.б.), содан кейін горизонтальдарды, ең соңында аймақтық орман-тоғайлар шартты белгілері, жайылым-шалғындар және батпақтар салынады.

15. ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ІЗДЕНІС ЖҰМЫСТАРЫ

15.1. Инженерлік ізденіс жұмыстарының түрлері, атқаратын істері және бағдарламасы

Инженерлік жұмыстарды жобалау және оны ары қарай салу арнаулы инженерлік ізденіс деп аталатын үрдісті жұмыстар негізінде жүргізіледі. Инженерлік ізденістің негізгі атқаратын істері-болашақ құрылыс салынатын ауданның табиғи және экономикалық жағдайларын, құрылыс нысандарының оны қоршаған ортамен өзіндік байланысы, оларды қорғаудың

инженерлік жолдары және құрылысты мекендеушілердің қауіпсіз өмір сүру жағдайларын зерттеу.

Инженерлік ізденістің әр түрі жобалаудың өзіне тән сатысын материал-дық қамтамасыз етуі керек. Сондықтан ізденісті бірнеше түрге бөледі:

1) алдын алалық, техника-экономикалық негізін анықтау (ТЭО) немесе техника-экономикалық есептеу (ТЭР);

2) жобалау кезіндегі;

3) жұмыс істеу құжаттарын дайындау кезіндегі.

Ізденіс экономикалық және техникалық болып екіге бөлінеді. *Экономикалық ізденістер* салынбақшы құрылысты, сол жерде құрылыс материалдарымен, заттармен, көлікпен, сумен, энергиямен, жұмыс күшімен т.с.с. қамтамасыз ете ала ма және салынып болған соң осы құрылыс экономикалық тұрғыдан тиімді ме, осы аталған шарттарды есепке ала отырып жасайды. Экономикалық ізденіс техникалық ізденістің алдын алып отырады. *Техникалық ізденіс* құрылыс салынатын жер аумағының табиғи жағдайын егжей-тегжейлі зерттеу және жобалу, құрылыс салу кездерінде сол жердің табиғи байлықтарын мүмкіндігінше толық пайдалану және есепке алу үшін жүргізіледі.

Құрылыс салынатын алаңды бағалау үшін, келесі үрдісті ізденістер жүргізеді: негізгі-инженерлік-геодезиялық, инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық; гидрометеорологиялық, климатологиялық және метеорологиялық, құнарлы жер қыртысын геоботаникалық тексеру және басқалар. Қандайда құрылыс салынса да, негізгі ізденістерді бірінші кезекте жүргізеді.

Инженерлік-геодезиялық ізденіс сол ауданның жер бедері және ондағы құрылымдар туралы деректер бере отырып, жобалу жұмыстарының негізі болып қана қоймай, басқа ізденіс түрлерін жүргізуге, тексеруге пайдаланылады. Инженерлік-геодезиялық ізденіс кездерінде геодезиялық негіз түрлерін құру және құрылыс салынатын алаңда әр түрлі масштабтардағы топографиялық түсіріс, сызықтық құрылыстардың трассаларын қадалау, геологиялық, гидрогеологиялық қазбаларды,

геофизикалық барлау нүктелерін геодезиялық істермен байланыстыру және де басқа жұмыстар атқарылады.

Инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық ізденіс жұмыстары жер қыртысының геологиялық құрылысы, физико-геологиялық, топырақ беріктігі, құрамы және жер асты сулары т.б. құрылымдар туралы мәлімет береді. Бұл мәліметтер құрылыс салу шарттарын дұрыс бағалауға мүмкіндік туғызады.

Гидрометеорологиялық ізденістер өзендер мен су қоймаларындағы су жиналу мүмкіндіктері, сол ауданның климаттық сипаттамалары туралы мәлімет береді. Сонымен бірге гидрометеорологиялық ізденіс кездерінде су деңгейінің өзгеруі, көлбеулігі, бағыты және ағу жылдамдығы, ақпа су көлемі, тереңдігі және су қабаттарының қалыңдығы туралы мәліметтер жинайды.

Құрылыс салу үшін атқарылатын инженерлік ізденіске геотехнологиялық тексеру, табиғи және техногендік қауіптілікті бағалау; территорияны инженерлік қорғаудағы шараларды негіздеу; қоршаған ортаға әсер етуші жергілікті күштерге мониторинг жүргізу, инженерлік ізденісті ғылыми тұрғыдан қарау, ізденіс жұмыстарын атқарушының авторлық құқын қорғау; кадастрлық және де басқа осыған жататын істер және құрылыс салу кезіндегі ғылыми ізденіс, нысандарды пайдалану және оларды істен тыс қалдыру (жабу) жатады.

Инженерлік ізденіс жұмыстарының мазмұны және көлемі жобаланбақшы құрылыстың түрі, саласы және өлшемдеріне, жергілікті жер жағдайына және құрылыс таным дәрежесіне, сонымен бірге құрылыстың жобалық деңгейіне байланысты болады. Салу технологиялары жалпы бір-бірімен ұқсас және ізденіс жұмыстары бір тәсімді әр түрлі құрылыстар (құрылымдар) бір топқа бірігуі мүмкін: алаңдық және сызықтық құрылыстар. Алаңдық құрылысқа жататындар: елді мекендер, өндіріс мекемелері, аэропорттар және де осыған ұқсастар. Сызықтық құрылыстарға жататындар: жолдар, электрожелілер, құбырлар және де осыған ұқсастар.

Инженерлік ізденіс жұмыстарын жүргізу әдістері, тәртіптері және дәлдіктері құрылыс нормаларымен анықталады,

мысалы СНиП 11-02-96 және 11-04-97 деп аталатын құрылыс нормаларында.

15.2. Қадалау жұмыстарының жобалық құжаттары

Құрылыстың барлық түрінің жобалық құжаттары болады, олардың ішінде құрылысқа керекті жер бетінің бедері, құрылыстың пішіні және өлшемдері, басқа нысандардан қанша жерде, қалай орналасқан, басқа құрылыстар арасындағы байланыс және олардың элементтерінің орналасуы, сонымен бірге құрылыстың техникo-экономикалық көрсеткіштері, негізгі құрылымдардың, жабдықтардың сипаттамалары, құрылыс өнімдерінің жобасы, үрдісті-механикалық құрылыс салу технологиясының құрамы және ұйымдастыру тәсімдері т.б. .

Жобалық берілімдерді жер бетіне нақтылы түсіру үшін келесі негізгі жобалық құжаттар болулары керек:

1) *бас план* (генплан) және топографиялық пландар, масштабтары 1:5000-1:500, бұл пландарға салынбақшы құрылымның пландық-биіктік шамалары, өлшемдері, пішіндері, бір-бірімен байланыс тәсімдері егжей-тегжейлі көрсетіледі;

2) құрылымның негізгі тұстарының *ұзынабойлық және көлденең профилдері*, мұнда құрылым элементтерінің биіктік бойымен бір-бірімен байланысы, кейбір нүктелердің, заттардың орналасуы көрсетіледі;

3) құрылыс салынбақшы территорияны *тік жазықтықта тегістеу планы*;

4) геодезиялық *тірек торлары* қосындарының тәсімі, кординаталар журналы;

5) *жұмыс істеу сызбалары* және сызбалары, мұнда құрылыс бөліктерінің өлшемдері, пішіндері және орналасулары сипатталады.

Жобалық берілімдерді жер бетіне нақтылы түсірулер, геодезиялық жұмыстардың бастамастан бұрын жобалық берілімдерді алдын ала *дайындау жұмыстары* атқарылады. Бұл дайындықтар әр түрлі жобалық шамаларды, есептеулермен немесе план бетінен өлшеп анықталатын шамаларды және де

жетіспейтін шамалар мен өлшемдерді қолдануға ыңғайлы етіп дайындап алады.

Керек шамаларды, өлшемдерді дайындау, атқарылатын геодезиялық жұмыстардың әдістерін жобалық берілімдерге және қабылданған координа-талар жүйесіне, сонымен бірге қадалау жұмыстарына сай таңдаудан басталады.

Қадалау сызбалары жұмыс орынына шығар алдында әр жұмысқа бөлек-бөлек жасалады. Бұл сызбалар белгілі бір құрылыс элементінің барлық мәліметтерін қамтуы керек.

Қадалау сызбасын оның бетіне құрылыстың тірек торларының нүктелерін салудан бастайды да, оған қадалау жұмыстарына керекті жобалық берілімдерді жазып, сызып алады.

Қадалау жұмыстарының берілімдерін құрып (салып, сызып) алғаннан кейін, оны жобадағы берілімдермен, сызбалармен салыстырып тексереді.

15.3. Құрылыс салу кезіндегі негізгі қадалау (бөлу) жұмыстары

Қадалау жұмыстары инженерлік-геодезиялық ізденістегі негізгі жұмыс-тардың бірі болып саналады. Бұл жұмыстар жер бетінде салынбақшы құрылыстың керекті нүктелерінің пландық және биіктік шамаларын және жазықтықтарын жобаға сай анықтау үшін орындалады.

Құрылыс жобасын ірі масштабтағы топографиялық планға салады. Осы планда жобаланбақшы құрылыстың жер бетінде, оны қоршаған заттарға салыстыра қарағандағы және кеңістіктегі (дүниенің төрт бұрышына қарағанда-ғы) орналасу жағдайы анықталады. Сонымен бірге топографиялық план жалпы геодезиялық координаталар жүйесін анықтап, ондағы жобалық нүктелердің осы жүйедегі орнын көрсетеді.

Қадалау жұмыстары түсіру жұмыстарына кері жасалады. Түсіріс кезінде тікелей өлшеу арқылы тірек торлары қосыныдарымен салыстыра қарағандағы нүктелердің координаталарын анықтайды. Бұл өлшеулердің дәлдігі түсіріс масштабына байланысты болады. Ал қадалау кезінде кері, яғни

жобадағы берілген (көрсетілген) координаталары арқылы жер бетіндегі құрылыс нүктелерінің орынын керекті дәлдікпен анықтайды. Қадалау кезінде бұрыштық, ұзындық және өсімшелер өлшенбейді, тек жер бетіне немесе құрылыс үстіне салынады да қадалау жұмыстарының негізгі айырмашылығын құрайды.

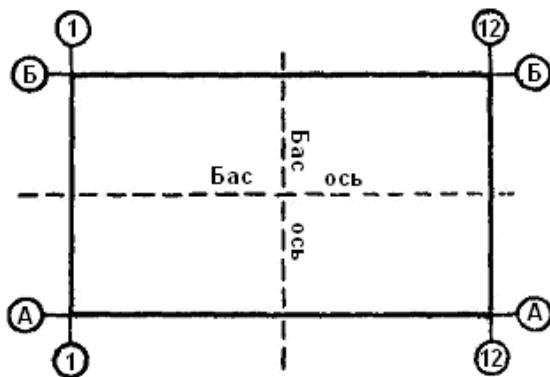
Салынбақшы құрылысты бір жөнге келтіру, оның геометриялық пішініне байланысты болады, ал ол пішіндер остерімен беріледі. Жұмыстық сызбаларында құрылыс остеріне қарай отырып, олардың барлық элементтерінің жер бетінде алатын орнын көрсетеді.

Тәртіптік (нормативтік) құжаттарда қадалау остері деген түсінік орын алады. Іс жүзінде негізгі, аралық немесе нақтылық остер деп бөледі.

Сызықтық құрылыстардың *бас осі* деп осы құрылыстың (жолдардың, каналдардың, плотиналардың, көпірлердің, т.б.) ұзына бойлық остері есептеледі. Өндірістік және азаматтық құрылыстарда бас осі болып ғимараттың симметрия-лық остері саналады (96-сурет).

Негізгі ось деп ғимараттар мен құрылымдардың пішінін және аумақтық өлшемдерін анықтайтын остерін айтады.

Аралық немесе *нақтылық* остері деп ғимараттар мен құрылымдардың белгілі бір бөлек құрамдарының остерін айтады.



Құрылыс сызбаларында остерді штрих (үзбелі сызықтармен) жүргізеді және шеңбер ішінде орналасқан цифрлармен немесе әріптермен белгілейді. Ұзына - бойлық остері үшін араб әріптері, ал көлденең остерін белгілегенде жай кириллица әріптері қолданылады (мұнда З, И, О, Х, Ы, Ъ, Ь әріптері қолданылмайды). Остерді сол жақтан оң жаққа және төменнен жоғары қарай белгілейді.

Жобада көрсетілген координаталар, бұрыштар, ара қашықтықтар және өсімшелер *жобалық шамалар* деп аталады.

Жазықтықтардың және жобаның бөлек нүктелерінің биіктіктерін шартты биіктіктен бастап береді. Ғимараттардың шартты биіктігі (беті) болып (нөлдік шама), бірінші қабаттың «таза еден» деңгейі (уровень «чистого пола») алынады (қабылданған). Нөлдік шамаға қарағандағы биіктікті келесі ретпен белгілейді: жоғары қарай-«плюс», төмен қарай-«минус» таңбалы.

Әр ғимарат үшін шартты биіктігі (беті), белгілі бір абсолюттік шамаға сәйкес келеді, ал бұл шама жобада көрсетіледі.

Құрылыстарды қадалаудың барлық жұмыстары жалпы геодезиялық ережеге сай, яғни «жалпыдан жекеге» қарай жүргізіледі.

Қадалау жұмыстары-бір-бірімен байланысқан, құрылыс—монтаждау істерінің бөлінбейтін бір бөлігі болып есептелетін үрдісті жұмысқа жатады. Сондықтан, қадалау жұмыстарының барлығын ұйымдастыру және оның технологиясы құрылыстың әр сатысына тікелей байланысқан.

Құрылыс салардан бұрын алдын ала, сол ауданда керекті дәлдікті қамтамасыз ететін геодезиялық қадалау негіздері-пландық және биіктік тірек торларын құрып, сол қосындардың координаталарын және биіктік шамаларын анықтайды.

Әрі қарай жобаны жер бетіне түсіру үшін геодезиялық дайындық жұмыстары жүргізіледі.

Қадалау жұмыстарының өзін үш сатыда атқарады. Бірінші сатысында жалпы қадалау жұмыстары, яғни геодезиялық

негіздерге байланыстыра отырып, салынбақшы құрылыстың бас және негізгі қадалау остерін тауып, оны жер бетіне бекітеді.

Екінші сатысында фундаментін көтеруден бастап құрылыстың барлық элементтерін қадалау жүргізіледі. Бас және негізгі остерінің бекітілген нүктелерінен бастап құрылыс бөліктерін, жеке бөліктері элементтерінің ұзына бойлық және көлденең остерін анықтап бекітеді, сонымен бірге жобалық биіктіктерін қоса анықтап отырады.

Нақтылық қадалау, бас остерін қадалаудан гөрі дәлірек атқарылады, себебі бұл қадалау құрылыс бөліктерінің, элементтерінің бір біріне қарағандағы орналасу тәртіптерін анықтауға мүмкіндік береді, ал бас остерді қадалау құрылыстың жалпы орналасу жағдайын және оны бағыт бағдарын қана анықтайды.

Егер бас осі жер бетінде 3-5 см орташа шаршылық қатемен анықталса, ал нақтылық қадалау 2-3 мм орташа шаршылық және одан да дәлірек қатемен анықталады.

Үшінші сатысы құрылыс ішіндегі жабдықтардың технологиялық остерін қадалаудан тұрады. Бұл сатысында дәлдік өте жоғары болады (кейбір жағдайда-миллиметрдің 1/10 бөліктеріне дейін жетеді).

15.4. Жобалық биіктіктерді, сызықтарды және көлбеулік жазықтықтарын жер бетіне түсіру

Қадалау жұмыстары дегеніміз салынбақшы құрылыстың геометриялық жобалық нүктелерін жер бетінде анықтап бекіту. Бұл нүктелердің пландық орналасу жағдайы жер бетінде жобалық бұрыштарды және жобалық ұзындықтарды алдын ала бекітілген нүктелерден (бастапқы нүктелерден) бастап салумен анықталады.

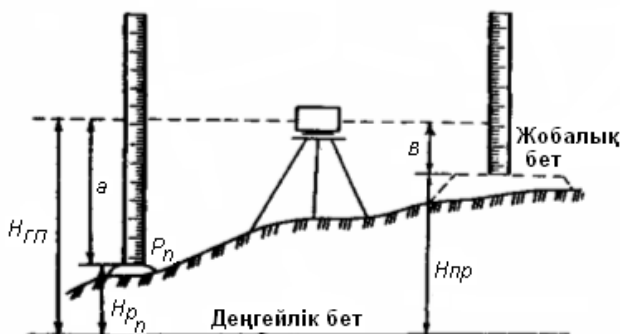
Жобада көрсетілген барлық биіктік шамалары «таза еден» деңгейінен немесе кез келген бір қабылданған шартты деңгейден бастап салынады. Сондықтан алдын ала бастапқы

репер қай деңгейден бастап салынатыны қайта есептелініп бір жүйеге келтіріледі.

Жобалық биіктігі $H_{ж}$ нүктені жер бетіне түсіру үшін, нивелир аспабын биіктігі белгілі H_{Pn} және салынбақшы нүктелер арасына орнатады (97-сурет). Бастапқы репер және салынбақшы нүктелер үстіне рейканы қояды да a есебін бастапқы реперден алып, аспап деңгейін анықтайды

$$H_{Ад} = H_{Pn} + a. \quad (146)$$

Тексеру үшін осындай ретпен басқа бір бастапқы реперден $H_{Ад}$ анықтайды.



97-Сурет. Жобалық биіктікті салу тәсімі

Жобалық биіктікті $H_{Ад}$ нүктеге беру үшін, анықталмақшы нүкте үстіндегі рейкадан алынатын b есебін білу керек

$$b = H_{Ад} - H_{ж} = H_{Pn} + a - H_{ж}. \quad (147)$$

b есебін анықтағаннан кейін, жобалық нүкте үстіне рейка қойып, оны жобалық есеп b жіп торының жазық сызығымен дәл келгенше жоғары, төмен қозғайды, осы кезде рейка табаны жобалық биіктікке дәл келеді. Осы шаманы қазықша қағып, бұранда салып немесе құрылыс үстіне сызық жүргізіп бекітеді.

Тексеру үшін бастапқы және жобалық нүктелер арасында кәдімгі нивелирлеу жұмысын жүргізеді де, салынған нүктенің нақтылы биіктігін анықтап, оны жобалық шамасымен

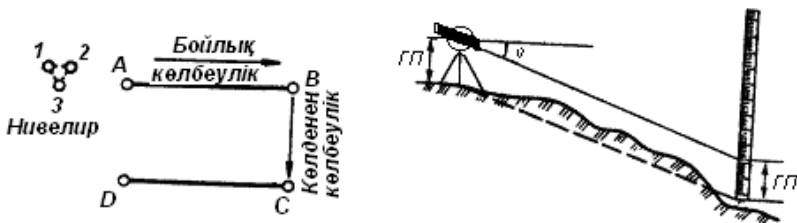
салыстырады. Дұрыс болмаған кезде барлық жұмысты қайталайды.

Жобалық көлбеулік сызықтарын жер бетіне салу үшін нивелир, теодолит, сонымен бірге лазерлік аспаптарды пайдаланады. Алдымен AB сызығының соңғы нүктелерін жобалық биіктікке қояды (98-сурет). Егер бір нүктенің ғана, мысалы A нүктесінің биіктігі және сызықтың жобалық көлбеулігі i берілген болса, онда соңғы B нүктесінің биіктігі формуламен есептелінеді

$$H_B = H_A + l_{AB} i, \quad (148)$$

мұндағы l_{AB} – жобалық ара қашықтық; i – жобалық көлбеулік.

A және B нүктелеріне нивелирлік рейкалар қояды. Әрі қарай нивелирді екі көтергіш бұрандасымен еңкейтіп (немесе элавиациондық бұрандасымен) рейкадағы есептерді теңестіреді. Бұл жағдайда көру дүрбісінің көздеу осі жобалық көлбеулікті береді. Әрі қарай рейканы AB сызығының бағытымен әр 5 метр сайын қоя отырып, ондағы есептер соңғы есептерге тең болғанын қадағалайды, сонда рейканың табаны жобалық көлбеулікті көрсетіп отыратын нүктелер жиынтығын құрайды. Бұл нүктелерді қазықшы қағып, биіктіктерін рейка табанымен бірдей қылып бекітіп отырады.

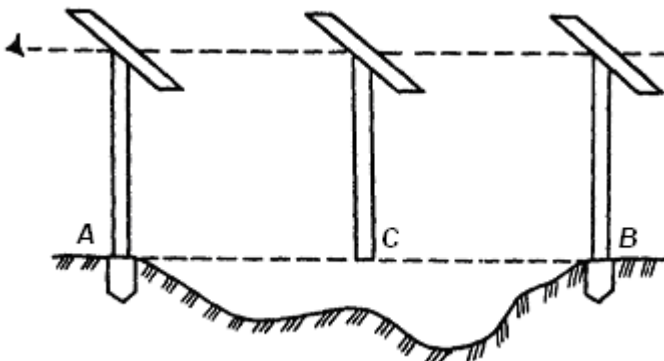


98-сурет. Жобалық көлбеулікті

Теодолит аспабымен жобалық көлбеулікті беру үшін, оны бастапқы жобалық нүкте үстіне орнатып, аспап биіктігін өлшейді (99-сурет).

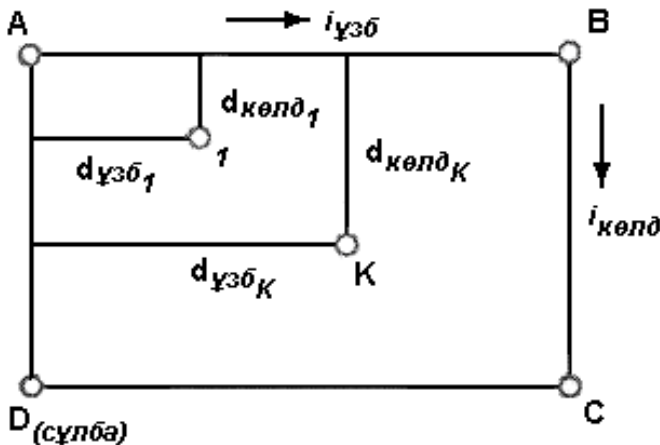
Теодолиттің тік дөңгелегінде «нөлдік орынды» есепке ала отырып, жобалық көлбеулікке тең есепке қояды. Сол кезде дүрбінің көздеу осі жобалық көлбеулікті ν көрсетіп тұрады. Әрі қарай рейка бойымен аспап биіктігін белгілеп алып, нивелирмен жұмыс істеген кездегі жұмысты қайталайды.

Дәлдігі жоғары емес, бірақ пайдалануға болатын әдіс-көлбеулік сызығын ұзындығы бірдей үш көздемелер (мысалы A , B , C) арқылы атқару (100-сурет). Көздеме нүктелердің екеуі жобалық нүктелер (трек нүктелері), ал үшіншісін көздеу арқылы анықтайды. Осы үшінші нүктенің табаны (C нүктесінің) көлбеулік сызығы деңгейін береді.



99-сурет. Жобалық көлбеулік сызығын көзбен құру тәсімі

Жер бетіне жобалық жазықтықты беру (түсіру) үшін, бірнеше әдісті (теодолит, нивелир немесе осы аспаптарды біріктіре отырып) қолданып атқаруға болады. Сол әдістердің бірі нивелир аспабын қолдану арқылы жобалық жазықтықты жер бетіне қадалау, сол жазықтың жобалық биіктіктерін жер бетіне түсіру арқылы іске асады. Жер бетіне K нүктесін бекітеді (101-сурет), бұл нүктенің пландағы жобалық орны бастапқы берілілім A нүктесінен бастап ұзына бойлық $d_{\nuзK}$ және көлденең $d_{көлK}$ қашықтықтағы жағдайларымен анықталады.



100-сурет. Жобалық жазықтықты жер бетіне түсіру тәсімі

Осы K нүктесінің орналасу жағдайы жобаланбақшы жазықтың $i_{ұз}$ ұзына бойлық және $i_{көлд}$ көлденең алдын ала есептелінген жобалық шамасына (биіктігіне) дәл келеді.

Жобалық жазықтықтың кез келген нүктесінің биіктігін H_K бастапқы берілім H_a арқылы есептеуге болады

$$H_K = H_a \pm i_{ұз} i_{көлдK} + i_{көлд} d_{көлдK}. \quad (149)$$

15.5. Қадалау жұмыстарының әдістері

15.5.1. Құрылыс орындарын қадалау кезіндегі орын алатын қателер көздері, дәлдігі және жою жолдары

Құрылыс орындарын қадалау кездерінде қолданылатын әдістер: полярлық және тік бұрышты координаталар, бұрыштық, сызықтық және қатар орналасқан нүктелер мен сызықтар бақылаулары, қатар-сызықтар және бүйірден нивелирлеу.

Осы әдістерді қолдану салынбақшы құрылыстың түрлеріне, тұрғызу шарттарына, тірек торлары қосындарының орналасу тәсіміне, қолда бар өлшеу құралдарының түрлеріне, құрылыс салу сатыларына және басқа да факторларға байланысты болады. Істелетін жұмыстың түріне сай, оны атқаруға тиімді, керекті, дәлдікті қамтамасыз ететін әдісті ұқыпты тандап алу керек. Өз ретінде қадалау дәлдігі әр түрлі қате көздерінен тұрады. Қателердің бір бөлігі қолданылатын әдістің геометриясына, ал басқа бөлігі барлық әдістерге жалпылама бірдей болады.

Қадалау әдісінің геометриясына байланысты қателерді, яғни жобалық сызықтарды және бұрыштарды жер бетіне *түсіру әдістері кезіндегі қателер* деп атайды. Күтіп отырған қателер шамасын $m_{тә}$ геодезиядан белгілі формуламен есептейді.

Қадалау жұмыстарының дәлдігіне бастапқы берілімдер қателері $m_{бас}$ әсер етеді, яғни қадалау жұмыстары бастау алатын тірек торлары қосындарының орналасу қателері. Бұл қателерді есепке алу өте қиынға түседі, сондықтан әр қадалау әдісіне күтіп отырған қатені есептеу кезінде олардың шамасын жуықтап есепке алып отырады.

Жобалық нүктені жер бетіне орналастыру кезінде оны бекіту керек, яғни бекіту қатесі пайда болады $m_{ф}$.

Нүктені бекіту кезінде оптикалық тіктеуіштер, көздеу маркалары қолданылған болса, онда нүктені 1 мм дәлдікпен (қатемен) бекітуге болады. Ал жіпке асылған тіктеуіштерді пайдалану, бекіту қатесін жабық ғимараттар ішінде 2-3 мм дейін асырса, ашық далада 3-5 мм дейін үлкейтеді.

Жобалық бұрыштарды және жобалық бағыттарды беруде бұрыш өлшеу аспабын, нысаналарды центрлеу және көздеу (бағыттау) қателері пайда болады. Центрлеу қатесі жобалық бұрышты жер бетіне түсіру дәлдігіне бұрыш өлшеу кезіндегідей әсер етеді. Дүрбінің үлкейту қабілетіне байланысты болатын көздеу қатесін Γ^x формуламен есептеуге болады

$$m_{кз}'' = \frac{20''}{\Gamma^x}. \quad (150)$$

Бұл қатенің сызықтық мөлшері төмендегі түрге енеді

$$m_{кз} = \frac{m_{кз}'' S}{\rho''}, \quad (151)$$

мұндағы S – көздеу қашықтығы, мм.

Қадалау жұмыстарына сыртқы орта көп әсер етеді, әсіресе бүйірлік рефракция. Бүйірлік рефракцияның әсерін азайту үшін жұмыс уақытын тиімді пайдалана білу керек және жұмыс шарттарын ұқыпты орындап отырады. Мүмкін болатын бүйірлік рефракцияны бұрыштық және қатарлық бақылау кезінде бағалау үшін төмендегі формуланы пайдалануға болады

$$\delta = \frac{0,05 \cdot P_{op} d (S - d)}{(273 + t_{op})} dt_{op}, \quad (152)$$

мұндағы δ – бүйірлік рефракцияға түзету; S – жалпы қашықтық; d – аспаптан анықталмақшы нүктеге дейінгі қашықтық; P_{op} – ауа қысымы, Па; t_{op} – орташа ауа қызуы; dt_{op} – бағытқа перпендикуляр орташа градиент (ауа қызуының ұзына бойлық өзгерісі), $^{\circ}/\text{м}$.

Адам аяғы бара алмайтын алаңдарда, бастапқы берілім нүктелерінен ара қашықтықтары бір шама алыс жерлерде қадалау жұмыстарын жүргізу үшін *бұрыштық бақылау әдістері* қолданылады.

Сызықтық қиылыстыру әдісі құрылыс конструкцияларының остерін қадалау кездерінде, егер жобалық ара қашықтықтар өлшегіш жабдықтың ұзындығынан аспайтын болса қолданылады. Оны екі таспамен атқару өте қолайлы болады.

Полярлық координаталар әдісі ғимараттардың, қосалқы құрылымдардың остерін қадалау кезінде теодолиттік немесе полигонометриялық жүрістер қосындарынан басталып іске асады. Тірек қосындары жұмыс орындарынан алыс болмаулары керек.

Қатар және қатар-сызықтар әдісі ғимараттар және құрылымдар остерін, сонымен бірге конструкцияларды монтаждау және технологиялық жабдықтардың остерін қадалау кездерінде кеңінен қолданылады.

Тік бұрышты координаталар әдісі негізінен құрылыс алаңында немесе өндіріс цехының ішінде құрылыс торлары бар кезде, барлық бас остердің координаталары берілген жағдайда кеңінен қолданылады. Жоғарыда келтірілген әдістердің бәрі алдыңғы параграфтарда толығымен берілгендіктен, біз тек қана бүйірден нивелирлеу әдісіне ғана тоқталамыз.

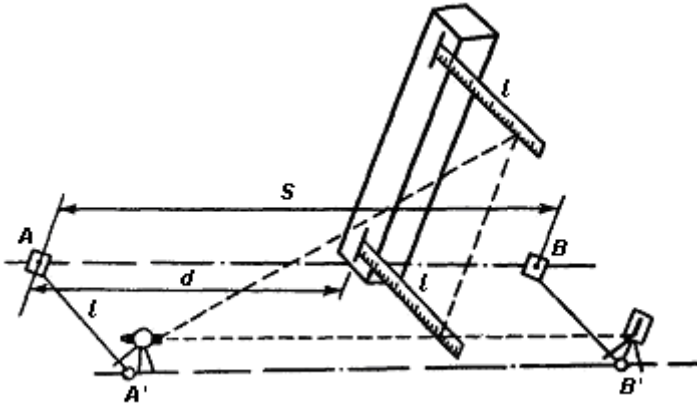
Жоғарыда келтірілген әдістер алдағы геодезия бөлімінде толық берілген, сондықтан төменде бүйірден нивелирлеу әдісіне ғана тоқталамыз.

Бүйірден нивелирлеу әдісі құрылыс остерін нақтылы қадалау және құрылыс құрылымдарын жобалық орындарына қондыру кездерінде кеңінен қолданылады.

Әдістің мәні негізгі AB осіне параллель сызық арқылы оптикалық көздегішпен, мысалы теодолитпен $A'B'$ қатары беріледі (102-сурет). A' және B' нүктелерін A және B нүктелерінен l ара қашықтығын AB сызығына перпендикуляр салып табады. l қашықтығын 1-2 м аралығында, жұмысты атқару үшін ыңғайлы етіп таңдап алады. Құрылым осінің орналасу жағдайын көлденең орналасқан нивелирлік рейка арқылы анықтайды. Рейкадан алынған l есебі AB осінен $A'B'$ қатарына параллель қашықтықта орналасады, сонда рейка табаны остің осы жердегі орнын анықтайды.

Бүйірден нивелирлеу әдісінің негізгі қателері:

- параллель қатарларды қадалау қатесі $m_{кам}$;
- оптикалық аспапты және нысананы көздеу қатесі $m_{көз}$;
- рейканы орнату қатесі m_p ;
- рейкадан есеп алу қатесі m_e ;



101-сурет. Бүйірден нивелирлеу әдісінің тәсімі

Әдістің жалпы қатесі төмендегі формуламен есептеледі

$$m^2 = m_{кат}^2 + m_{кз}^2 m_p^2 + m_e^2 \quad (153)$$

15.6. Жалпы қадалау жұмыстарының технологиясы

15.6.1. Жобаны геодезиялық іске дайындау

Инженерлік құрылыс жобасын жер бетіне түсіру алдында арнаулы геодезиялық дайындық жұмыстарын атқару керек, мұнда аналитикалық есептеулер, жобаны геодезиялық іспен байланыстыру, қадалау жұмыстарының сызбаларын сызу, геодезиялық жұмыстардың жобасын жасау (ППГР).

Жобадағы құрылысты жер бетіне түсіру үшін, жақын маңда координаталары белгілі геодезиялық қосындар болуы керек. Осы координаталар жүйесінде құрылыстың негізгі геометриялық пішінін анықтайтын координаталары анықталуы керек. Қадалау жұмыстарының геодезиялық негіздері қосындарының координаталарын, оны құру кезінде өлшемдер жүргізу арқылы анықтайды. Құрылысқа жататын нүктелердің координаталарын жобадан графикалық немесе аналитикалық жолмен анықтайды. Ол үшін жобаның негізгі сызбаларын

пайдаланады: құрылыстың құрамын және орынын анықтайтын бас план; ірі масштабтағы өлшемдері мен биіктік шамалары көрсетілген құрылыс бөліктерінің пландары мен профилдерінің жұмыстық сызбалары; жер бедерінің планы; жолдардың, жер асты құрылымдарының пландары мен профилдері.

Жобаны геодезиялық іске дайындаудың барлық үрдісі жоба элементтерін аналитикалық есептеулерден тұрады. Қабылданған координаталық жүйеде жобалық өлшемдер мен бұрыштық өлшеулер арқылы негізгі жобалық нүктелердің координаталарын анықтау, пландық (жазықтық) элементтерін және алаңдарды ретке келтіру (аралық жол остерін, коммуникация, ойын алаңдарын және т.б.), сонымен бірге сызбалардағы өлшемдердің дұрыстығын тексеру.

Жобаны геодезиялық іске дайындаудың үш әдісі бар: аналитикалық, графо-аналитикалық және графикалық.

Аналитикалық әдіс кезінде барлық қадалау берілімдері математикалық есептеулер негізінде анықталады, оның үстіне бұрыннан салынған құрылыс ғимараттары мен құрылымдарының координаталары жер бетіндегі геодезиялық өлшемдер арқылы, ал жобалық элементердің өлшемдері технологиялық есептеулермен беріледі. Бұл әдіс негізінен құрылысты немесе мекемені өркендету, қайта салу және кеңейту, құрылыс алаңы тар болған жағдайда пайдалынады.

Жиі қолданылатын *графо-аналитикалық әдісте* бастапқы берілімдердің орындарын топографиялық планнан графикалық жолмен, ал қалған бастапқы берілім нүктелермен қатаң жалғасқан нүктелерді аналитикалық жолмен анықтайды. Мысалы, ғимараттың топографиялық планы арқылы, оның жер бетінде оналасуын анықтау үшін, ғимараттың бір бұрышының координата-ларын және келесі бұрышқа бағытталған сызықтың дирекциондық бұрышын табады, әрі қарай жобалық берілімдері арқылы қалған барлық бұрыштарының координаталарын табады.

Егер ғимарат жобасы бұрыннан салынған құрылымдармен байланысқан болмаса, онда *графикалық әдісті* пайдаланады, мұнда барлық жоспарлау нүктелері графикалық жолмен топографиялық планнан анықталады. Барлық бас нүктелерінің

орнын, жоба есептеулерін графикалық координаталары арқылы анықтайды. Планнан алынған координаталар, қашықтықтар және бұрыштық өлшемдердің қатесін азайту үшін, планның координаталық тор көз өлшемдерін тексеріп алады.

Жобалық нүктені жер бетіне түсіру үшін, қандай әдісті қолданақ та, оның геометриялық элементтері қатаң түрде, бір - бірімен математикалық және алаңдағы тұрақты ғимараттар мен құрылымдармен байланыста болулары керек. Бұл қағида жобалау үшін қабылданған бастапқы берілім өлшемдерінің (координаталарының, биіктіктерінің, ұзындық және бұрыштық өлшемдерінің) дәлдігін қадалау кезінде артыру үшін керек.

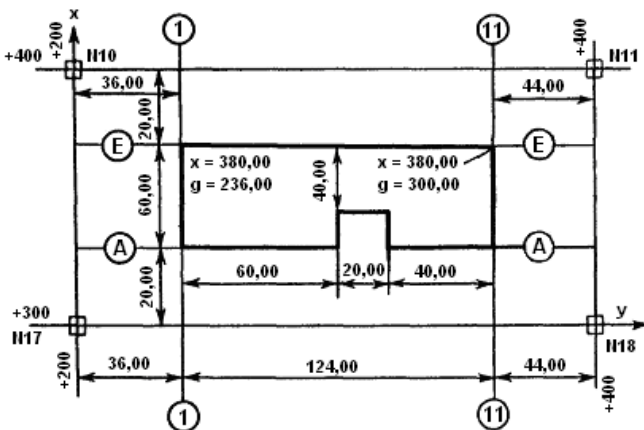
15.6.2. Негізгі қадалау жұмыстары

Негізгі қадалау жұмыстары деп көбінесе бас және негізгі остерді жер бетіне (құрылыс алаңына) қадалауды айтады, себебі осы жұмыстар ғимараттар мен құрылымдардың жер бетінде орналасу жағдайын анықтайды. Сонымен бірге бұл түсінікке аралық остердің бас және негізгі остермен қиылысу нүктелерін қадалау кіреді.

Салынбақшы құрылыстың түріне және жұмыс ретіне байланысты емес бас және негізгі остерді қадалаудың жалпы ортақ қағидалары бар. Ең алдымен құрылыс салынатын алаңда қадалаудың бастапқы берілім жүйесі болуы керек. Ол, мысалы, қадалау жүйесінің негіздері; құрылыс салу ауданының бекітілген шекара сызықтары (аралық жол остері, кварталдардың шекарасы және т.б.); орнықты ғимараттар мен құрылымдардың бұрыштары, кейбір жағдайда алаңның нақтылы жер бетіндегі сұлбасы. Есептелініп салынған жобада немесе сызбаларда салынбақшы остерді қадалаудың бастапқы берілім нүктелеріне байланыстыру тәсімдері көрсетілуі керек. Қадалау элементтерінің мәндерін есептеу үшін, бастапқы берілім нүктелерінің нақтылы координаталары және қадаланбақшы жобалық нүктелердің координаталары бір жүйеде анықталулары керек. Егер олар әр түрлі жүйеде берілген болса, онда оларды бір жүйеге келтіру үшін төмендегі формуламен қайта есептейді

$$\begin{aligned}
 x'_i &= (x_i - x_0) \cos \alpha - (y_i - y_0) \sin \alpha; \\
 y'_i &= (y_i - y_0) \sin \alpha + (x_i - x_0) \cos \alpha, \\
 (154)
 \end{aligned}$$

мұндағы x_i және x'_i - нүктесінің әр түрлі жазық тік бұрышты координаталар жүйесіндегі координаталары; x_0 және y_0 - x және y остерімен берілген бұрынғы жүйедегі x' , y' остері бар жаңа жүйенің координаталар басы; α - бір жүйенің екінші жүйеге карағандағы бұрылу бұрышы.



102-сурет. Құрылыс торы қосындарынан ғимараттың негізгі остерін қадалау тәсімі

Қадалау әдісін таңдау негізінен құрылым түрінен және оны тұрғызу шарттарынан, қадалау негіздерінің тәсімін құрудан, атқарушының қолында бар, керекті дәлдікті қамтамасыз ететін асапаптардың барлығына байланысты болады.

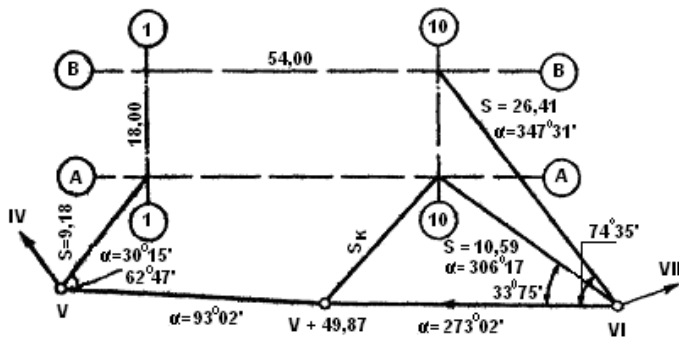
Құрылыс торы бар алаңында геометриялық пішіні күрделі емес цехтық ғимарат орнын салу үшін, оның сыртқы остерін тік бұрышты координаталар әдісімен шығарады. Мысалы, ғимарат нүктелері $A/1$ және $A/11$ орындарын жақын маңдағы 17 және 18 құрылыс торының қосындарынан абцисса және ордината өсімшелері арқылы есептелініп алынады. 10 және 11

қосындарынан E/I және E/II нүктелерінің орыны жоғарыдағыдай есептелініп алынады. Шығарылған нүктелерді бекіткеннен кейін, олардың үстіне теодолит орнатып, остердің бір бірімен перпендикулярлығы тексеріледі. Сонымен бірге остер арасындағы қашықтықты жобаға сай тексереді.

Мұнда остердің бір - бірімен перпендикулярлығы остерді қадалаудың (шығарудың) негізгі талабы болып есептеледі. Қисық шығарылған остердің нәтижесінде салынған ғимарат жобадан ауысып, басқа пішінге енеді де, оның басқа элементтерінде жобадан ауытқып кетеді.

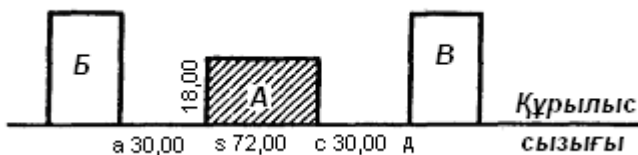
Азаматтық құрылыс ғимараттарының негізгі остерін полигонометриялық немесе теодолиттік жүрістері нүктелерінен бастағанда көбінесе полярлық координаталар, бұрыштық және сызықтық бақылаулар, қатар-сызықтар әдістері қолданылады. Остердің қиылысу A/I нүктесі теодолиттік жүрістің V қосынынан, полярлық бұрышты және қашықтықты салу арқылы анықталады (104-сурет). Осыған ұқсас теодолиттік жүрістің VI қосынынан $A/10$ және $B/10$ нүктелері шығарылады. Ғимараттың ұзын осінің екі нүктесін ғана шығарып, қалған екі нүктесіне перпендикулярлар түсіріп, оның үстіне қашықтықтарды салса болар еді. Бірақ, остердің үшінші қиылысу нүктесін ғимараттың бұрылып кетуінен сақтау үшін шығарады. Көбінесе істелген жұмысты тексеру үшін төртінші нүктені перпендикулярлар түсіріп және қабырғаларының ұзындықта-рын салыстыра отырып шығарады. Келтірілген мысалда теодолиттік жүріс қабырғасының қатарында $V +49,87$ көмекші нүктесін белгілейді де, одан тексеру β_m полярлық бұрышын және S_m қашықтығын салады. Алынған мәндері арқылы $A/10$ нүктесінің координаталарын есептеп, оны жобалық шамаларымен салыстырады.

Егер сол жерде құрылыс орнын, сызықтарын анықтап реттейтін бекітілген қосындар болса, онда олардан қадалау жұмысы теодолиттік немесе полигонометриялық жүрістердің нүктелерінен бастап қадалау сияқты атқарыла береді (бұл нүктелердің координаталары белгілі).



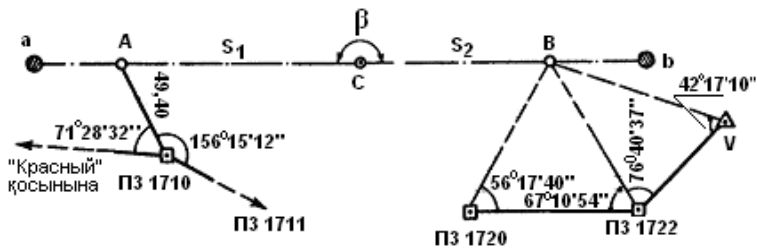
103-сурет. Полигометрия немесе теодолиттік жүрісінен негізгі остерді қадалау тәсімі

Бұрыннан салынған құрылыс арасындағы (жанындағы) жаңа құрылыс ғимараттарын, құрылымдарын кейде графикалық жолмен ірі масштабты (1:500-1:1000) топографиялық планды пайдалана отырыпта қадалай береді. Мысалы, *A* ғимаратын (105-сурет) *A* және *B* ғимараттарының арасындағы құрылыс салу сызығынан план бойынша бұрыштық және ұзындық өлшемдерін *A* ғимарат-тарынан бастап өлшеп сала береді. Бұл жағдайда барлық өлшемдер планнан алынатындықтан, қадалау кезінде *a* және *d* бұрыштары арасындағы қашықтық дәл келмей, қиылыспаушылық пайда болуы мүмкін. Сондықтан бұл қиылыспаушылықты *a-b* және *c-d* аралығында тең етіп бөліп жібереді. Жобадан ауытқу шектік шамадан асып кетпеуін қатаң бақылап отырады.



104-сурет. Ғимараттарды қадалау үшін орналастырудың графикалық әдісі

Жер бетіне ұзындығы біршама үлкен сызықтарды түсіру- жий кездесетін қадалау жұмыстарының біріне жатады. Бұл сызықтық құрылымның (плотина, көпір, ұшып-қону ұшақ жолақтары, трассалар, т.б.) бас остері және құрылыс торын құрудағы бастапқы берілім бағыты және әрі қарай қадалау жұмыстарын атқаруға арналған базистік қашықтық. Бұл жағдайда көбінесе полярлық әдіс, тура бақылау және сызықтық бақылау әдістері қолданылады. Мысал келтірейік, сызықтық құрылыстың $A-B$ осін жер бетіне шығару (түсіру) керек делік (106-сурет).



105-сурет. Сызықтық құрылымның осін қадалау тәсімі

A нүктесі жақын маңдағы геодезиялық тірек қосынынан полярлық әдіс арқылы, ал B нүктесі тура бұрыштық бақылау әдісімен анықталады. Егер A және B нүктелерінің арасында тура көрініс болмаса, онда қосымша аралық нүктені шығарады, мысалы C нүктесін түсіреді. C нүктесінің орнын жақын маңда геодезиялық қосындар болса, солар арқылы алдыңғы әдістердің бірін пайдаланып анықтайды да, A , B , C нүктелерінің орналасу жағдаймен қатар, бір сызықтың бойында жатқандығын қоса тексеріп отырады. Аралық C нүктесінің бір сызықтың (AB сызығының) бойында жатқандығын басқа да әдістермен анықтауға болады. Бастапқы кезде C нүктесінің орнын жуықтап анықтайды да, осы нүктенің үстіне теодолит орнатып β бұрышын өлшейді. Қатардан ауытқу q шамасын формуламен есептеуге болады

$$q = \frac{S_1 S_2 (180^\circ - \beta)}{(S_1 + S_2) \rho}, \quad (155)$$

мұндағы S_1 және S_2 – C нүктесінен A және B нүктелеріне дейінгі ретімен ара қашықтықтар. Бұл қашықтықтар бас планнан жуықтап графикалық жолмен алынады.

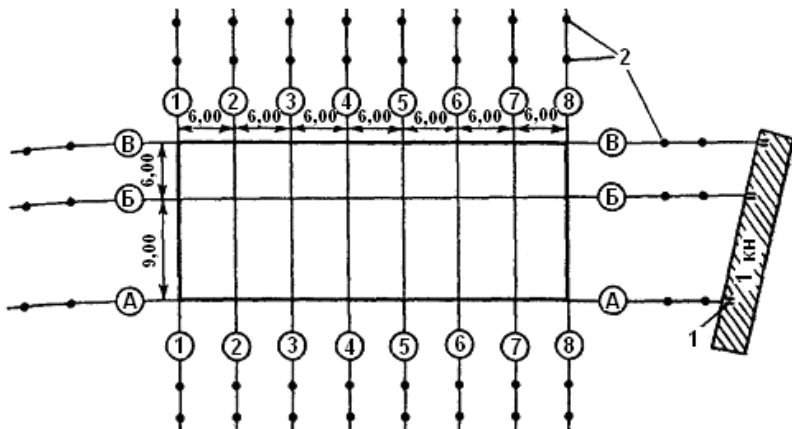
Тексеру үшін β бұрышын қайта өлшейді. Шектік шамадан асып кеткен жағдайда атқырылған есептеулерді қайта істеген жөн.

Құрылымның бас және негізгі остері әрі қарай жіті (нақтылы) қадалау жұмыстарының бастапқы берілімі ретінде пайдаланылады. Әрі қарай құрылыс құрылымдарын нақтылы қадалау, құрылыстың түріне және олардың біріктірілген түрлеріне, қадалау жұмыстарының шарттарына және қабылданған қадалау әдістеріне байланысты болады. Жіті (нақтылы) қадалау жұмыстарының тәсімдерінің әр түрлілігін сараптау арқылы, ондағы жұмыстарды азаматтық және өндірістік құрылыстардағы қадалау істерімен типтес екенін анықтап бір типтік тәсімге келтіруге болады. Бұл қағида аралық остердің бас немесе негізгі остермен қиылысу нүктелерінің орналасу жағдайларының байланысын көрсетеді. Қадалауды ереже ретінде қатар-сызықтар әдісімен атқарады.

Айталық, $A-A$, $B-B$, $I-I$ және 8-8 (107-сурет) негізгі остері жер бетіне шығарылып бекітілген. 2, ..., 7 нүктелерінің $A-A$ және $B-B$ остерімен қиылысу нүктелерінің орналасу жағдайларын анықтау үшін, теодолитпен $A-A$ және $B-B$ қатарларының бағытын береді. Әрі қарай A/I және B/I нүктелері қатарынан ретімен жобалық 6,00 м, 12,00 м қашықтықтарын салады да, іздеп отырған нүктелерді табады.

Осындай әдістермен $I-I$ қатарынан B/I және 8-8 қатарынан $B/8$ іздеп отырған нүктелерін табады. Аралық остердің қатарын жер қазу орындарынан әрі шығарып бекітеді.

Орындалған остерді қадалау жұмыстарына арнаулы акт жасап, оған қоса остерді қадалаудың және бекітудің орындаушы түсіріс сызбасы қоса тапсырылады.



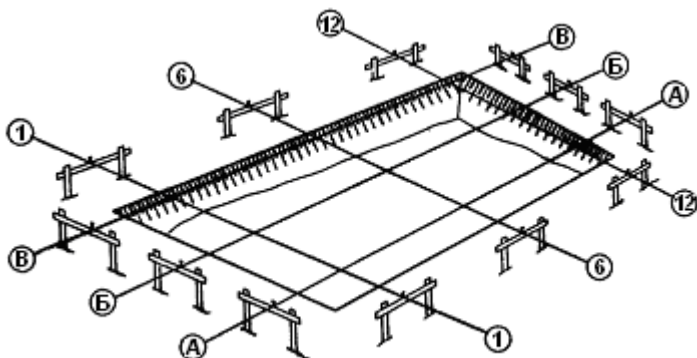
106-сурет. Остерді жіті (нақтылы) қадалау тәсімі

15.6.3. Ғимараттардың остерін бекіту

Құрылыс кезінде ыңғайлы болуы және бұзылудан сақтау үшін остерді сыртқа шығарып, аспа (желі) ретінде бекітеді. Аспаны, бағанаға тақтайша қағып, жер бетінен биіктігі 400-600 мм орнатады. Бұл аспаны кейде металдан да жасайды. Ағаш аспаға ості шегемен, ал металл аспа жылжымалы сызықша тесігі бар камыт ретінде жасап бекітеді. Аспаның екі түрі бар: жалпақ және қатар.

Жалпақ аспа ғимараттың сыртқы сұлбасын құрайтын негізгі оске қатаң түрде параллель құрылыс салу кездерінде кедергі болмайтын, қозғалмайтын, ешкім тимейтін жерге орнатылады. Жалпақ аспа түзу сызықты және тік орнатылады, себебі ол арқылы аралық остерді қадалауға керекті жобалық қашықтықтарды түзетулерсіз (көлбеулікке, ұзындыққа) салуға болатындай жағдайы болуы керек.

Қазіргі кезде тиімді аспа (желі) ретінде *қатарлық аспа* көп пайдаланылады. Бұл аспа остерді бекітетін тұстарда ғана орнатылады (108-сурет).



107-сурет. Остерді бекітуге арналған қатарлық аспа (желі) тәсімі

Аспадан басқа остерді тұрақты және уақытша белгілермен бекітеді. Тұрақты белгімен бас және негізгі остерді бекітеді. Тұрақты белгілерді құрылыс бас планында көпке шыдамды, ешкім тиіспейтін, қолдануға ыңғайлы кедергісіз орынға таңдап бекітеді. Бұл орын геодезиялық аспаптарды орнатуға және жұмыс істеуге ыңғайлы болуы керек. Белгілерді жер қазу жұмыстарынан тыс, құрылыс материалдары жиналмайтын, уақытша құрылыстар салынбайтын жерге орнатады.

Тұрақты және уақытша белгілердің құрылыстары құрылыс салынатын алаңның жағдайына, қолда бар материалдарға, қолданылатын қалау жұмыстарының түрлеріне, әдістеріне байланысты болады.

Белгілердің құрылыстары әр түрлі болады. Көбінесе остерді бекіту үшін жерге қағылған тұрақты белгілерді пайдаланады. Тұрақты белгілер ретінде кесілген металл құбырларды немесе рельстерді пайдаланады да, олардың төменгі жағына бетон-монолитқа бекіту үшін жәкір бекітеді. Белгінің жоғарғы жағына шаршы металл пластинка бекітеді де, оған остердің орналасу жағдайын ойып белгілейді. Реперлік құбырларды немесе рельстерді бұрғылама ішіне, топырақ бетінің тоңазу деңгейінен төмен, 0,5 м аз емес тереңдікке орнатады. Орнатып болған соң бұрғыламаны бетондайды.

Орнатылған (бекітілген) белгілерді ағаш немесе темір аспалармен (желілермен) қоршайды. Аспаларды шаршы немесе үшбұрыш (қабырғалары 1,5-2 м) қылып жасайды. Тұрақты белгі ретінде бетондалған ағаш бағаналарды да пайдаланады.

Уақытша белгі ретінде ағаш, темір қазықшалар және құбырлар пайдаланады.

Құрылыс алаңында биіктік қадалау негіздерінде тұрақты және уақытша белгілермен бекітеді. Реперлерді бекіту және оған қойылатын (көпке шыдамдылығы, пайдалануға ыңғайлылығы т.с.с.) талаптары остерді бекіту белгілеріндегі сияқты.

Тұрақты реперлер жерге топырақ бетінің тоңазу деңгейінен төмен немесе орнықты қабырғаларға және жақын маңдағы биік ғимаратар қабырғаларына орнатылады.

Көп құрылыс салынып жатқан жерлерде, тек құрылыс салу кездерінде ғана пайдалынатын реперлер, уақытша әр түрлі құрылысты болып келеді. Сонымен бірге, бұрыннан немесе уақытша салынған құрылыс қабырғаларына салынған бояу белгілерді де пайдаланады. Көбінесе реперлерді негізгі қадалау остермен біріктіріп бекітеді.

Құрылыс реперлерінің биіктік шамасын мемлекеттік немесе қалалық нивелирлік торлар қосындарымен байланыстырып анықтайды.

16. ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ АТҚАРЫЛҒАН ЖҰМЫСТАРДЫ ТҮСІРУ. БІТКЕН ҚҰРЫЛЫСТЫҢ БАС ПЛАНЫН (ГЕНПЛАНДЫ) ҚҰРАСТЫРУ

Құрылысты аяқтар кезінде біткен инженерлік құрылымдарды түсіру жұмыстарын жүргізеді, онда салынған құрылыстың нақтылы жағдайы, бөлек құрылымдарының, элементтерінің орналасулары, өлшемдері, пішіндері тексеріледі және осы құрылымдардың жобамен сәйкестігі нақтылы бақыланады. Атқарылған жұмыстарды түсіру кезінде трассаның орналасу координаталарын, остерін және салынған құрылым бөліктерінің ұзынабойлық, көлденең профилдерін тексереді. Бір бірін жоба салынған құрылымдарды тексергенде онда аралық инженерлік-геодезиялық бақылаулар және атқару түсірмелерімен бірге, керекті журналдар мен сызбалар (пландар, профилдер және т.б.) қоса тексеріліп, оларды жобамен салыстыру іске асады. Атқарылған жұмыстарды түсірулер, сол топографиялық түсіріс әдістерімен жүргізіледі.

Жүргізілген геодезиялық жұмыстар және түсірістер нәтижесінде салынған құрылыстың жобадан ауытқулары анықталады да, оларды жою жолдары немесе құрылысты жалғастыру туралы шешім шығарылады.

Тексеру жұмыстары өсімшелерді, ара қашықтықтарды және бұрыштарды өлшеумен және нәтижелерін арнаулы журналға жазып отырумен аяқталады. Бас, негізгі және көлденең остерді түсіру жақын маңдағы тірек торлары арасында теодолиттік және нивелирлік жүрістер жүргізу арқылы немесе тексеру тірек қосынынан немесе реперлерден жекеленген нүктелерді түсіру арқылы атқарылады.

Құрамалы конструкциялы инженерлік құрылыстарды салу кезінде атқарылған жұмыстарды түсіру, қазан шұңқырларды қазып, фундаменттерін немесе тіреулерін орнатып және құрылыстың әр қабатын (ярусын) салып болған соң жүргізіледі. Әр ярусты бітірген сайын оның орындалысын түсіріп, бақылап отырады. Әр ярусты немесе оның элементтерін монтаждау кезінде бастапқы остерден ауытқу байқалуы мүмкін, егер осы ауытқу шекті шамасынан асып кетсе немесе жалпы оның

конструкциясын әлсіретпесе, жұмысты жалғастыру немесе тоқтатып, оны жою туралы шешім шығарылады.

Біткен құрылыстың соңғы орындалған бас планы (генплан) құрылыс толығымен салынып біткен соң түсіріледі. Бұл планға жоба бойынша салынған барлық ғимараттар мен құрылымдар түсіріледі. Планды құрылыс нысандарын салу кезіндегі орындаушы план негізінде құрастырады.

Соңғы орындалған бас планы 1:1000-1:2000 масштабты, құрама бас пландардан; 1:5000 масштабты өте ірі, күрделі құрылыс нысандарынан; масштабы 1:200-1:500 жеке құрылымдардан; арнаулы коммуникациялардың, жолдардың, байланыс, электр желілерінің пландарынан және қосалқы түсінік-теме құжаттарынан тұрады.

Бас планды құрастыруға арналған кейбір орындалған түсіріс түрлерінің өз ерекшеліктері болады.

Тік жазықтықта тегістеу жұмысындағы атқарылған істі түсіру, жазық-тықты нивелирлеу және арнаулы нүктелер арқылы жүрістер жүргізу арқылы атқарылады. Биіктік шамаларын ғимараттың іргеге тақау, жол қиылыстарының, тротуарлардың, өтетін жолдардың профилдік ауыспалы жерлерінде, жаңбыр суларын қабылдайтын тұстарда және де басқа айтулы жерлерде анықтайды. Ашық алаңдарда нивелирлеу шаршылар немесе көлденең сызықтар әдістері арқылы жүргізіледі.

Жер асты коммуникацияларын атқарылған іспен камтамасыз ету, ондағы жұмыстар бітісімен жасалады, бірақ оның (ордың) бетін жапқанша жасалып бітуі керек. Жер асты коммуникацияларының бұрылу бұрышы, түзу сызықты жерлерінде 50 м сайын нүкте орындарын белгілеп, қисық тұстарының басталу, ортасы және қисықтың біткен нүктелері, трассалардың қиылысқан тұстарын, жалғасқан және таратылған тұстарын, люктер, құдықтар, камералар, компенсаторлар және т.б.с.с. айтулы тұстарын түсіреді. Жұмыс барысында құбырлардың өлшемдері, диаметрлері, газ құбырларында қысымы, электр кабеліндегі ток күші, құбырлар неден жасалған және с.с. мәліметтер жинайды.

Жолдарды түсіргенде бұрылыс элементтерін, бұрылыс төбелерінің, қиылысу нүктелерін, айырықтарын, үшкілді ауыстру орындарын қамтиды. Рельс басының, жол табанының биіктік шамаларын, сонымен бірге құрылымның жақындау ара қашықтығын тексереді.

Генпланды (бас планды) құрастыру үшін, орындаушы түсірістердің ізденіс түсірістерінен айырмашылығы-ол саны өте көп нысанның, құрылыстар-дың, ғимараттардың нақтылы орындарын анықтайтын нүктелерді жиынтықтап ретке келтіру.

17. ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ ЖӘНЕ АТҚАРУДАҒЫ ТЕХНИКА ҚАУІПСІЗДІГІ

17.1. Құрылыс салудағы геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру

Құрылыс салудағы геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру ғимараттар мен құрылымдарды дұрыс және нақтылы жер бетіне орналастыру, олардың құрамдық және пландық элементтерін олардың геометриялық пішіндеріне, нормативтік талаптарына сай өлшеу, есептеу және сызбаларды құрастыру (салу), сонымен бірге жер бетіне түсіру үшін жасалатын үрдісті құрамды үлкен жұмыс.

Геодезиялық жұмыстар құрылысты жобалаудың, салудың және өндірісінің айырылмас бір бөлігі. Осы айтылған жұмыс түрлерінен оның мазмұны және технологиялық тізбегі, жұмыс реті, сатылары және негізгі технологиялық өндірісі анықталады.

Құрылыс салатын алаңды таңдау кезінде геодезиялық жұмыстарды пайдалана отырып, жобалау жұмыстарына керекті материалдарды жинау, сараптау және жалпылама материалдарды ретке келтіру қарастырылады. Бұлардан басқа ерекше күрделі физико-геологиялық процессті және ірі мемлекеттік маңызды құрылыстарды, ғимараттарды салу алдында және салып болған соң жер бетінің ойысуын, жылжуын геодезиялық бақылау жұмыстарымен қамтамасыз етуді ұйымдастырады.

Құрылыс салу үшін нақтылы топографо-геодезиялық ізденіс жұмыстарын атқарады және де геодезиялық тұрғыдан қарағанда басқа да ізденіс жұмыстарын бастапқы берілімдермен қамтамасыз етеді.

Құрылысты салу дайындық жұмыстары кезінде сол маңда геодезиялық қадалау негіздерін құрады, территорияны инженерлік жұмыстарға дайындайды және құрылыстың бас және негізгі остерін жер бетіне түсіреді (қадалайды).

Құрылысты салу кезінде, оның құрылымдық остерін және пландық (жазықтықтағы) элементтерін нақтылы жер бетіне

түсіреді, құрылыс-монтаж-дау жұмыстарының геометриялық пішіндерін қамтамасыз етеді, сатылық орындалған нысандарды түсіреді, керек болса жер бетінің, құрылыс элементтерінің жылжуын, ойысуын бақылайды. Құрылысты салып бітіргеннен кейін, оның нәтижесінде геодезиялық жұмыстарының техникалық есеп беру құжаттары құрастырылып, орындалған жұмыстардың генпланын жасайды (бас планын).

Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар көптігіне байланысты ерекшеленеді де, оны ұйымдастырудың жауаптылығын артырады. Бұлар, ізденіс жұмыстарының уақыты (жылдың жылы мерзімінде), жұмысқа барып-қайту, нысанның физико-географиялық және экономикалық шарттары, негізгі жұмыс атқарушы-лардың жоғары мамандылығы, жұмыс орындарының жиі ауысуы, жұмыс орынында, қалада көліктің, адамдардың жиі қозғалуы және т.б..

Геодезиялық ізденіс жұмыстары негізінен бригадалық әдіспен атқарылады. Ұзын сызықтық құрылымдардағы (автожолдар, темір жолдар, каналдар т.с.с.) ізденіс жұмыстары кезінде трассаны учаскелерге бөледі де, әр бригада өз бөлімшесінде (учаскесінде) жұмыс атқарады. Бөлімшелер ұзындығы жыл мезгілінің ұзақтығына немесе келісілген жұмысты аяқтау уақытына байланыс-ты болады.

Ізденіс жұмыстарын атқару үшін, арнаулы жоба жасалады, онда аймақтың физико-географиялық сипаты, ауданның топографиялық-геодезиялық қамтамасыз етілуі, геодезиялық негіздердің тәсімі және дәлдігі, геодезиялық центрлердің сызбалары, түсірістің талаптары, жұмысты ұйымдастыру туралы мәлімет, қолда бар аспаптардың, жабдықтардың негізгі саны және жұмысты жүргізу үшін керекті мәліметтер көрсетіледі.

Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды құрылыс және монтаждау алаң-дарында ұйымдастырудың өзіндік сипаттамалы ерекшеліктері бар. Ең бірінші, бұл жұмыстар, күрделі құрылыс алаңдарында және жыл мезгілінің кез келген уақыттарында өтеді. Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды тиімді атқару құрылысты жедел ұйымдастыруға, уақтылы бітіруге көп септігін тигізеді. Жұмыстағы дәлсіздік (брак) геодезист үшін болмайтын жағдай, себебі қымбатқа түсетін құрылыс-

монтаждау жұмыстарын қайта істеуге, түзетуге әкеліп соғуы мүмкін.

Құрылыс алаңында геодезист құрылысшымен ылғида бірге жұмыс істемейді, сондықтан оған бірнеше бригаданы геодезиялық іспен қамтамасыз етуге тура келеді.

Құрылыс алаңдарында геодезиялық жұмыстарды ұйымдастырудағы өлшеу кезінде, көліктердің, көтергіш механизмдердің, жиналған материалдардың және жабдықтардың көптігінен жұмыс істеу қиынға түсетінін есепке алу керек. Мұндай жағдайда кейбір өлшем жұмыстарын атқару уақыты, жай уақытқа қарағанда көпке созылуы мүмкін.

Құрылыс алаңдарындағы салу және монтаждау жұмыстарын геодезиялық істермен қамтамасыз ету, арнаулы жасалған геодезиялық жұмыстардың өндіріс жобасы негізінде атқарылады (ПППР)

17.2. Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды атқарудағы техника қауіпсіздігі

Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау әр түрлі жағдайларда өтеді: қалалар мен өндіріс орындарында, орман, жету жолдары қиын жерлерде, авто және темір жолдар маңында, салынып жатқан ғимараттар мен құрылымдар ішінде және с.с.. Келеңсіз жағдайлар мен жарақат алу себептерін, олардың алдын алу жолдары техника қауіпсіздігі туралы арнаулы ереже мен нұсқаулардың талаптарын қатаң орындау арқылы ғана іске асады. Жұмыс істеушілердің барлығын осы ережелермен, нұсқаулармен арнаулы таныстырулар өткізіледі. Нұсқаулар жұмысқа «кірер алдындағы нұсқаулар» және «жұмыс істеу орнындағы нұсқаулар» болып екіге бөлінеді. Қайталау нұсқаулары бекітілген (белгіленген) бір уақыт өткен соң, жаңа технологияны іске қосу және жаңа ережелерді кіргізу кездерінде өткізіледі.

Құрылыс алаңдарында геодезиялық жұмыстарды атқару кезінде алдымен құрылыс салу техника қауіпсіздігін сақтайды.

Құрылыс алаңдарында қауіпсіздік белгілері орнатылып, қауіпті аймақтар қоршалады, ал қауіп тууы мүмкін жерлерге

белгі қойылады, мысалы «кранның жұмыс істеу аймағы», «ашық тесіктер» және с.с.

Мұндай аймақтарға жататындар: электр қондырғыларының ток жүріп тұрған жабылмаған сымдары; машиналар мен механизмдердің жылжуын, айналып тұрған тетіктерін; катерлі заттарды сақтау орындары; кран жылжып өтетін құрылым төбелері, электрмен, газбен пісіру орындары. Салынып жатқан ғимараттар мен құрылымдар қоршалып, оның адам өтетін тұстарына маңдайша орнатады.

Электрмен, газбен пісіру кездерінде оттан сақ болу керек. Жұмыс орындарында от сөндіру құрал-жабдықтары болу керек және оларды пайдалану ережелерін жанына іліп қояды.

Құдықтар, шурфтар және қазылған жерлер, сонымен бірге ғимарат, құрылым төбесіндегі ашық тұстарды жауып қояды немесе қоршайды, түн мезгілінде (қараңғы жерлерде) жарық жағып қояды немесе белгі бергіш орнатады.

Құрылыс ғимараттарының биіктігі немесе тереңдігі 25 м асқаннан кейін жұмыс орынына жету арнаулы жолаушылық немесе жүк-жолаушылық көтергіштер (лифттер) қолданылады. Жоғарыда жұмыс істеушілер сақтандыр-ғыш белбеулермен қамтамасыз етіледі де, олармен өзін сенімді құрсауларға бекітіп немесе ілгегін іліп қояды.

Лазерлік сәуле шығаратын аспаптармен геодезиялық жұмыстарды атқару кезінде, лазерлік сәуле басқа жаққа өтіп, кері әсері болмас үшін, адам өтетін тұстарға қорғағыш экрандарды пайдаланады.

Егер жұмыс бір тік жазықтықта (бірінің үстінде бірі) істелетін болса, онда төмендегілер қорғағыш қалқандармен қамтамасыз етіледі.

Құрылыс нысандарында құрылыс-монтаждау жұмыстарын атқарушы, кәсіптік білім алушы 18 жасқа толмаған, бірақ 17 жастан төмен емес студенттер, кәсіптік-техникалық училищелердің, техникумдардың, колледж-дердің оқушылары өндірістік тәжірибе кезінде, оларға техника қауіпсіздігі туралы арнаулы қосымша талаптар қойылып, 3 сағаттан артық жұмыс істеуге тиым салынады. Олар оқу орынынан сайланған жетекшінің, жұмыс орынынан мекеме бастығының бұйрығымен

бекітілген мастердің бақылауымен жұмыс істейді. Барлық оқушыларды (студенттерді) типтік бағдарламаға сай қауіпсіз жұмыс атқаруға және өндіріс әдістеріне оқытып үйретеді.

Құрылыс салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар кезінде, сол мекеменің бекітілген техника қауіпсіздігімен танысып, оны бұлжытпай орындай отырып, геодезиялық жұмыстарын жалғастырады.

Қалалық, елді мекендердегі және өндіріс нысандарында геодезиялық жұмыстарды бастамас бұрын, ондағы көрінбейтін коммуникациялардың (жер асты құрылымдары және байланыс тораптары) орналасу тәсімдерін анықтап алады. Қала ішінде жол ережесін қатаң сақтаған жөн; жол үстінде, маңында жұмыс істегенде арнаулы киім (сарғыт-қызыл түсті) киеді және жұмыс орнын қоршауға алады. Көлік жиі қозғалатын көшелерде, алаңдарда жұмыс істеу жол полициясымен келісіп істелінеді.

Жолдың жиегімен, тротуардың шетімен тек көлік қозғалысына қарсы жүруге ғана рұқсат етіледі, жұмыс та осы бағытта атқарылуы керек. Геодезиялық аспаптарды көлік қозғалатын көшеде және жол ортасында бақылаусыз қалдырып кетуге рұқсат етілмейді.

Электр желісінің, электрподстанциясының сымдарының биіктігін рейкамен, таспамен, қадамен тигізе өлшеуге қатаң тиым салынады, оны өлшеу аналитикалық жолмен есептелініп анықталады. Рейканы, таспаны, қаданы және басқа өлшеуге керекті жабдықтарды электр сымдарына 2 м жақын ұстауға болмайды, мұндай ереже жанамалы жол көліктері (трамвай, троллейбус, электровоз электр желілері) желілеріне де таратылады.

Уақытша қазықша, сым және басқа белгілерді орнатқанда, олардың жоғарғы төбелері жер бетімен бірдей болулары керек, ал олардың жалпы ұзындығы 15 см аспайды.

Жер қазу, тас қопару, бетондау және монтаждау үрдістерінде геодезиялық өлшемдер жүргізу кездерінде, осы жұмыстарға тән техника қауіпсіздігі сақталуы керек.

Ток жүріп тұрған электр кабелдері, газ құбырлары маңында жұмыс істеу, сол мекемелермен келісіледі немесе рұқсаты керек.

Қабырға жанында нивелирлеу жұмысы кезінде төбені уақытша жапқан жерлерде жүруге болмайды. Рейка қабырға түбіне жақын қойылып, қабырғаны қалау биіктігінен 0,7 м төмен ұсталады. Қабырғаның сыртына белгі, сызық орнату керек болса, онда сақтану белдігін пайдаланады.

Бетонды электрмен қыздыру жұмыстарында арматураға таспаны тигізуге болмайды. Монтаждау кезінде, оның маңында қадалау, түзету геодезиялық жұмыстарын атқаруға рұқсат етілмейді. Жылдамдығы 15 м/с жоғары қатты соққан жел, тайғанақ, найзағай немесе тұман, яғни жұмыс орнындағы көрініс нашарлаған кездерде барлық жұмыс (геодезиялық жұмыстар қоса) тоқтатыла-ды.

Қозғалып немесе көтеріліп бара жатқан немесе ілініп тұрған құрылыс элементтеріне белгі салу, остерін анықтау (сызу) және басқада бағдарламалар салуға рұқсат етілмейді. Монтаждау қабатында жұмыс және үзіліс кезінде геодезиялық аспаптарды, құрал жабдықтарды қараусыз қалдыруға болмайды. Геодезиялық аспаптарды тек қана қораптарына салып, ал қондырғы үш тағанды жинаулы жағдайында тасу керек.

Жер асты коммуникацияларын түсіру алдында, оны тексеріп алады. Оны тексеру кезінде қақпағын ашып, жанына «қауіпті» деген белгі қояды. Құдықтарға түсер алдында оның ішінде газ бар-жоғын тексереді, ол үшін ішіне шахтерлік лампаны түсіреді, егер оның ішінде метан газы болса лампа сөніп қалады немесе жарығы азаяды, ал жарық газы болса-қатты лап етіп жанып сөніп қалады. Бензин буынан лампа жалыны ұзарады және көк түске боялады, ал аммиактық газ болса, лампа сөніп қалады. Газ бар-жоғын иіскеп анықтауға, оның ішіне жанған шырпыны, қағазды лақтыруға немесе жанған отты немесе фонарды түсіруге рұқсат етілмейді.

Жұмыс кезінде ашық люктерді бақылап, оған бөгде адамдардың түсуіне рұқсат етілмейді. Жұмыс біткеннен кейін немесе үзіліс кезінде люктердің, құдықтардың қақпақтарын толық жауып қояды. Аспаптарды, лампаны және заттарды құдықтарға жіпке байлап, оның ішіндегі жұмысшы арнаулы белгі бергеннен кейін ғана түсіреді. Құдық ішіне шахтерлік лампамен жарық береді. Жұмысты тек қолғап киіп атқарады.

Металл рейкаларды құдық ішіне түсіру, шығару кездерінде оны бөлшектеп алады да, сымдарға тигізбей көтеріп алады.

Жол үстінде, көшеде жұмыс істегенде түсі қызғылт-сары арнаулы киімі бар жұмысшылар ғана жіберіледі. Жақындап қалған транспортты ескерту үшін екі белгі беруші адам бөлінеді. Автожолдарда белгі берушілер екі жақтан, жұмыс орынынан 50-100 м, ал темір жолда 1 шқ аз емес аралықта болулары керек. Жол бойында тұман, боран, найзағай жарқылдап тұрған кезде жұмыс істеуге болмайды. Жолдар арқылы ұзындық өлшеулер, белгі салу оның үстімен емес, жиегімен (қабағымен) жүргізіледі.

Болат таспалармен немесе жай таспамен электровоз рельстері арқылы ұзындық өлшеу кездерінде таспаны аспалы түрде ұстайды. Вагон астымен өту, геодезиялық құрал, жабдықтарды тасу, вагон буферлері арасы 5 м аз болса өту рұқсат етілмейді. Көпір ұзындықтары 50 м аз болса, онда оны поездар өткенше жауып қояды, ал одан ұзын болса, онда жұмысшылар көпірді босатып, қауіпсіз жерге шығады.

Геодезиялық белгілерді орнату және бекіту кездерінде жұмысқа осы істі, яғни белгілерді орнату, бекіту туралы арнаулы дайындығы бар, қауіпсіз жұмыс әдістерін меңгерген адамдар ғана жіберіледі.

Геодезиялық жұмыстардың жетекшісі жоғарыда келтірілген ережелерді, талаптарды өзі оқып, үйреніп өзіне қарасты жұмысшыларға нұсқаулар береді де, оны арнаулы құжаттармен бекітеді және онда айтылған ережелерді сақтауға жауапты болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Борщ-Компониец В.И. Геодезия. Основы Аэрофотосъемки и маркшейдерского дела. М.: Недра.1984.
2. Селиханович В.Г. и др. Практикум по геодезии. М.: Недра.1978.
3. Багратуни Г.В. и др. Инженерная геодезия. М.: Недра.1984.
4. Справочник геодезиста. Под редакцией В.Д.Большакова и Левчука Г.П. М.: Недра. 1985.
5. Полевцев В.В., Завражин П.В. Постройка геодезических знаков. М.: Недра.1980.
6. Нурпеісова М.Б. Геодезия. Алматы.1991.
7. Қалыбеков Т. Геодезия.Оқу құралы.Алматы.1998.
8. Шрубко С.А., Бекбасаров Ш.С., Джуламанов Т.Д. Методические указания по учебной геодезической практике. Алма-Ата.1979.
9. Джуламанов Т.Д. Геодезическая практика. Для студентов специальности 200240. Алматы.1998.
10. Джуламанов Т.Д. Геодезическая практика. Для студентов специальности 180640. Алматы.1998.
11. Джуламанов Т.Д. Геодезия. Оқу құралы.Алматы.2003.
12. Феодоров В.И. Инженерная геодезия.М.:Недра.1982.
13. Михелева Д.Ш. Инженерная геодезия.М.:Высшая школа.2001.

Оқулық басылым

Джуламанов Таир Даутқанұлы

Г Е О Д Е З И Я

Оқулық

Редакторы
Техникалық редакторы
Компьютерде беттеген

Басуға қол қойылды ____ _____ж.

Таралымы 500 дана. Пішіні 60x84 1/6.
№1 баспаханалық қағаз. Көлемі 8 есепті-баспа табақ.
Тапсырыс №. Бағасы келісімді.

Т.Д. Джуламанов

Г Е О Д Е З И Я

Окулык



Алматы 2009