

10-Д. Жоғарғы дәлдікті нивелирлеуді жүргізу, қолданылатын әдістер және аспаптар.

10.1 Мемлекеттік нивелирлік тораптың құрылу сұлбасы және міндеті

Нивелирлік тораптар мемлекеттік және мекемелік болып бөлінеді. Мемлекеттік нивелирлік торап деп мемлекеттің барлық аймағында орналасқан геодезиялық пункттердің (реперлердің) жүйесін айтады, олардың биіктіктері бастапқы бір пункттің бірыңғай жүйесінде анықталған.

Қазақстан Республикасының және ТМД мемлекеттерінің нивелирлік торабындағы биіктіктің бастапқы нүктесіне Балтық теңіздің орташа деңгейі алынады. Қазіргі уақыттағы мемлекеттік нивелирлік торап геометриялық нивелирлеу әдісімен құрылады және дәлдігі бойынша *4 класқа бөлінеді: I, II, III, IV класстар.*

I кластық нивелирлік торап мемлекеттің бас биіктік негізі болып табылады, биіктіктердің бірыңғай жүйесін мемлекеттің барлық аймағына таратылуын қамтамасыз етеді және ғылыми есептерді шешеді. Ол полигондардың жиынынан және жеке сызықтардан тұрады. I кластық нивелирлеу сызықтары темір жол, шоссе және жақсартылған жолдарда және үлкен өзендер мен теңіздердің жағалауларында салынған. Ол үлкен дәлдікпен, жоғары дәлдікті өлшеу техникасымен және жоғарғы дәлдікті нивелирлеу әдісін қолданып орындалады, сонымен бірге гравитациялық өлшеулер жүргізіледі.

II кластық нивелирлік торап I кластық жоғарғы дәлдікті нивелирлік тораптың жиілетуі болып саналады.

II класстық нивелирлік торабының негізінде III кластық, содан кейін IV кластық нивелирлік тораптар пайда болады.

Биіктік тіреу тораптары ғылыми және ғылыми-техникалық есептерді шешу үшін құрылады.

Негізгі ғылыми есептерге келесілер кіреді:

- қазіргі замандағы жер бетінің вертикаль жылжуын зерттеу;
- әр түрлі теңіздердің және мұхиттардың деңгейлерінің арасындағы байланысын және олардың уақыттағы өзгеруін зерттеу;

Ғылыми-техникалық есептерге:

- биіктіктердің бірыңғай жүйесін құру және бастапқы деңгейлік бетті таңдау;

- барлық масштабтағы топографиялық түсірістердің жоғарғы дәлдікті биіктік негізін және құрылыс объектілерінің, пайдалы қазбаларын барлау және игерудің геодезиялық түсірістерін жетілдіру;

- жоғарғы дәлдікті құрал-жабдықтарды өлшеу әдістерін және алынған нәтижелердің математикалық өңдеулерін жақсарту.

Барлық кластық нивелирлік түзулер жер бетінде репер және маркалармен бекітіледі. Репердің түрі физико-географиялық шарттарға байланысты таңдалып алынады. Сондықтан әр зонаға лайықты реперлердің конструкциясы жасалынған. Реперлерді орнатуға ыңғайлы – жер рельефтерінің жоғарғы

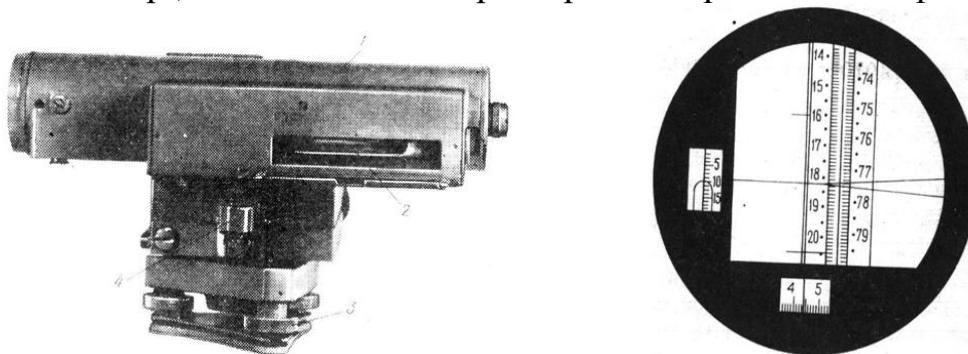
формалары, ол ірі түйіршікті және суы аз грунттар немесе жартасты грунттар болуы мүмкін.

10.2 Жоғарғы дәлдікті нивелирлер және инварлы рейкалар

Жоғарғы дәлдікті нивелирлер өсімшелерді жоғарғы дәлдікпен анықтау үшін қолданады: кездейсоқ орташа квадраттық қатесі екі жүрістің 1км-не – 0,3-0,5 мм, ал жүйелі қателігі – 0,003-0,005мм болады. Жоғарғы дәлдікті нивелирлер – бұл: дүрбілерінде деңгейлері бар, дүрбілерінің құлау бұрышын жоятын, термостатикалық автоматты нивелир дүрбінің үлкейту көрсеткіші $25\times$ кіші емес.

Н-0,5 нивелирі мемлекеттік I және II кластық геодезиялық торабын нивелирлеуге, геодезиялық полигондарда үлкен дәлдікті қажет ететін инженерлік-геодезиялық жұмыстарға арналған (1 сурет). Егер нивелирде компенсатор болса, онда нивелирге К әрпі қосылады, мысалы Н-0.5К, стабилизатор және компенсатор – бұл арнайы құрал, көздеу сызығын горизонталь деңгейге автоматты түрде келтіреді. Олар цилиндрлік деңгейді алмастырады.

I және II класты нивелирлеу кезінде Ni 004 «Карл Цейс Йена» жоғарғы дәлдікті нивелирі, Ni002 компенсаторы бар нивелир және т.б.-лары қолданылған.



1 сурет – Нивелир Н-05 және инварлы рейка

1990 жылы “Wild” Швейцария фирмасы шығарылған бірінші автоматтандырылған сандық нивелир NA–2000 шыққан. Келесі нивелир түрі NA– 3000. Нивелир ішінде автоматты түрде рейканың көрінісі – ара қашықтығы және нүкте биіктігі өңделеді, өлшенген нәтижесі дисплейге шығып, нәтижелері жинақтау құралында сақталады. Электрондық нивелирдің дәлдігі 0,4 мм/км. Жұмыс өлшемі болып бір және екі жақты инварлы штрих-коды бар рейкалар табылады (2 сурет). Жоғарғы дәлдікті нивелирлердің жұмыс өлшемі болып үшметрлі инварлы ленталары бар біржақты, штрихты рейкалар (РН-05) жатады. Лентаның бір жағында 0-ден 60жарты дециметрге дейін белгіленген негізгі шкала, ал екінші жағында 60 119-ға дейін жарты дециметр- қосымша шкаласы жасалынған. Штрихтар әр 0,5см сайын салынған және әр жарты дециметр сайын белгіленген (1 сурет).



2 сурет– Нивелир NA– 3000 және штрих-кодты рейка

Дала жұмыстарын бастамай тұрып және бітіргенге дейін инварлы рейкаларды компараторда эталонын жасайды, оның нәтижесінде негізгі және қосымша шкалалардың метрлік интервалының ұзындығын біледі.

10.3 Жоғарғы дәлдікті нивелирлеу әдісі

I және II кластық нивелирлеу біріктіру әдісімен ортадан жүргізіледі.

I кластық нивелирлеу тура және кері жүріспен екі қос таяқ көмегімен, олар нивелирлеудің екі жеке сызықтарын жасайды – оң және сол, олар бір бірімен 0,5 м кем емес орналасады. Көздеу сәулесінің минимал биіктігі - 0,8 м, максимал ұзындығы - 50 м, станциядағы нивелирден рейкаға дейінгі арақашықтықтардың теңсіздігі - 0,5 м, секция бойынша - 1,0 м. II кластық нивелирлеу тура және кері жүріспен бір таяқ көмегімен орналасады. Көздеу сәулесінің минималдық биіктігі - 0,5 м, станциядағы нивелирден рейкаға дейінгі арақашықтықтың теңсіздігі - 1 м, секция бойынша - 2 м, көздеу сәулесінің максимал ұзындығы - 65 м.

Өсімшелердің айырмасы тура және кері жүрісте: шекті қатесі I класта - $3\text{ мм}\sqrt{L}$; II класта - $5\text{ мм}\sqrt{L}$ (1 кесте).

I және II кластық нивелирлеу кезінде тура және кері жүрістерді күннің әр уақыт мезгілінде жүргізеді, бір трассаның бойында, бір типтес ауысымды нүктелері бойында жүргізеді. Тура және кері жүрістерде штативтер саны бірдей және жұп болу керек.

I және II класс нивелирлеуі 25-30 км-лік учаскемен «сегіз» сұлбасы бойынша жасалады.

II кластық нивелирлеудің тура жүрісінде станциядағы бақылау тәртібі келесідей:

Тақ станция	Жұп станция
1. Артқы рейканың шкаласынан сынақ есеп.	1. Алдыңғы рейканың негізгі шкаласынан есеп.
2. Алдыңғы рейканың негізгі негізгі шкаласынан есеп.	2. Артқы рейканың негізгі шкаласынан есеп.
3. Алдыңғы рейканың қосымша шкаласынан есеп.	3. Артқы рейканың негізгі шкаласынан есеп.
4. Артқы рейканың қосымша шкаласынан есеп.	4. Алдыңғы рейканың қосымша шкаласынан есеп.

Тақ станцияларда кері жүрісте бақылау алдыңғы рейкалардан, ал жұп станцияларда артқы рейкадан басталады. Кері жүрісте рейкалардың орнынауыстырады. I класс нивелирлеуде бақылауды оң жақтағы таяқшадан бастайды.

III және VI кластық нивелирлеу топографиялық түсірістер үшін биіктік негізді жиілету мақсатымен жасалады. Нивелирлік торап пункттерінің тығыздығы кен игеру сатысына, түсірістің масштабына және рельефтің қима биіктігіне байланысты болады.

III және VI класс нивелирлеудің негізгі сипаттамасы 5-кестеде келтірілген.

1-кесте. III және VI класс нивелирлеудің негізгі сипаттамасы және шектері

Кәрсеткіштер	Нивелирлеуі	
	III класс	VI класс
Полигон периметрі, км	60	25
Түйінді нүктелер арасында, км	20	8
Жүрістің ұзындығы	30 [×] –35 [×]	25 [×] –30 [×]
Нивелир дүрбісінің үлкейтуі, м	75-100	100-150
Кәздеу сәулесінің ұзындығы, м	0,3	0,2
Кәздеу сәулесінің жер бетінен биіктігі, (м),	2	5
Станциялардағы арақашықтық теңсіздігі, (м),	5	10
Секциядағы арақашықтық теңсіздігі, (мм)	3	5
Жүрістегі шектік қатесі, (мм) мм	$10\text{мм}\sqrt{L}$	$20\text{мм}\sqrt{L}$

III кластық нивелирлеу тура және кері жүрістерде біріктіру әдісімен және рейканың негізгі шкаласының үш жібі арқылы қосымша шкаласының ортаңғы жібі арқылы жасалады. Алыстан өлшеу жіп торлары арқылы арақашықтықты және өсімшені бақылау үшін керек.

VI класс нивелирлеу тура жүрісте орындалады, рейкадан алынатын есеп негізгі шкаласының орта және шеткі бір жіп торынан және қосымша шкаланың ортаңғы жіп торынан алынады.

Геометриялық нивелирлеу нәтижесінің дәлдігін бағалау, жүрістер жабық полигонын құрғанда, 1 км-ге орташа квадратты кездейсоқ қатесі $\eta_{\text{км}}$ келесі формулада беріледі:

$$\eta_{\text{км}}^2 = \frac{1}{N} \left[\frac{f^2}{L} \right], \quad (72)$$

мұнда L- полигон периметрі, км; N- полигон саны; f- полигон келіспеушілігі, мм.

Егер нивелирлік торап m секциядан, $r_{км}$ ұзындығы k түйінді нүктелерден тұрса, онда $\eta_{км}$ қатесі келесі формуламен беріледі

$$\eta_{км}^2 = \frac{1}{n-k} \left[\frac{v^2}{r} \right], \quad (73)$$

мұнда v- түйінді нүктелерінің арасындағы орташа өсімшедегі түзету Қазіргі заманда нивелирлеудің өңдеуін және теңестіруі компьютер арқылы жасалады, мысалы CREDO бағдарламасында орындалуы мүмкін.

Тригонометриялық нивелирлеу.

Тригонометриялық нивелирлеу деп жергілікті жерде биіктіктердің айырмашылығын көлбеулік көздеу сәулесі арқылы анықтау әдісін атайды, ол үшін бір нүктеден екінші нүктеге көлбеулік бұрышын немесе зениттік арақашықтығын және алыстығын өлшейді.

Тригонометриялық нивелирлеуді қиын аймақтарда пункт биіктіктерін анықтау мақсатында геометриялық нивелирлеуді жүргізе алмайтын жерлерде жүргізеді.

Өлшеу элементтеріне байланысты тригонометриялық нивелирлеу бір жақты – зениттік арақашықтықты бір жағынан түсірсе және екі жақты зениттік арақашықтықты екі пункттен түсірілгенін анықтайды.

Бір жақты тригонометриялық жоғарғы дәлдікті нивелирлеу формуласының түрі мынадай:

$$h = s \cdot \text{ctg}Z' + \frac{1-k}{2R} s^2 + i - l, \quad (74)$$

мұнда h - Жер бетіндегі екі нүкте арасындағы биіктік; Z' - өлшенген зениттік ара қашықтық; s - пункттер арасындағы арақашықтық; k- рефракция коэффициенті; R- Жер радиусы; i- аспап биіктігі; l- белгінің биіктігі.

А және В пункттер арасындағы жер бетіндегі екі жақты тригонометриялық жоғарғы дәлдікті нивелирлеу формуласы:

Бақылау сұрақтары:

1. ҚР қолданылатын биіктік жүйесі.
2. Жоғарғы дәлдікті нивелирлеу әдістерін ата.
3. Жоғарғы дәлдікті нивелирлеу үшін қандай аспаптар қолданылады?
4. I класс нивелирлеу әдісін айтыңыз.
5. Тригонометриялық нивелирлеу қай кезде қолданылады?