1 дәріс

Тақырып: Геодезияда өлшенген шамалардың қателігі туралы түсінік.

1.1 Геодезиялық жұмыстар өндірісінің процестері.

1.2 Геодезия қолданылатын өлшем бірліктері.

1.3 Өлшенген шамалардың қателігі турал2 дәріс

Тақырып: Түсіріс түрлері.

2.1 Түсіріс түрлері.

2.2 Топографиялық түсірістің масштабын және қима биіктігін таңдау.

2.3 Геодезиялық желі туралы түсінік. ы түсінік.

**Лекция № 3**

**Тақырып: Геодезиялық өлшеулер және олардың дәльдігі.**

*Лекция жоспары:*

*3.1 Геодезиялық жұмыстарды жүргізудегі негізгі процестері.*

*3.2 Топографиялық-геодезиялық жұмыстарда қолданылатын өлшем бірліктері.*

*3.3 Өлшенген шамалардың қателіктер мен өлшемдер дәльдігінің көрсеткіштері туралы түсінік.*

**3.1 Геодезиялық жұмыстарды жүргізу үрдістері.**

 Геодезиялық жүмыстар дала және камеральдық болып бөлінеді. Дала жұмыстарының негізгі мазмұны өлшеу үрдістері, ал камеральдық жұмыстардың – есептеу және графиктік үрдістері.

 *Өлшеу үрдісі* жергілікті жерде түсіріс жұмыстарын жүргізу және арнайы инженерлік мәселелерді шешу барысында орындалатын геодезиялық өлшеулерден тұрады. Горизонтальдық және вертикальдық бұрыштар, еңістер, горизонтальдық және вертикальдық ара қашықтықтар геодезиялық өлшеулердің объектілері болып табылады.

 Бұрыштар мен ара қашықтарды өлшеу үшін әр түрлі құралдар қолданылады. Нәтижелері дала журналдарына тіркеледі. Сонымен бірге жергілікті жердің абрис деп аталатын схемалық сызбасы құрастырылады.

 *Есептеу үрдісі*, өлшеу нәтижелерін математикалық өңдеуден тұрады. Есептеу белгілі схемалар және орнатылған қағидалар бойынша орындалады.

 *Графиктік үрдіс*, қабылданған белгілерді сақтай отырып, өлшеу және есептеу нәтижесінде чертежді құрастырудан тұрады. Чертеж геодезиялық жұмыстардың өнімі болып табылады.

**3.2 Геодезияда қолданылатын өлшем бірліктері.**

 Геодезияда сызықтық өлшеулер шамалардың метрлік жүйесінде орындалады. Сызықтық өлшеудің негізгі бірлігі ретінде метр қолданылады. 1799 жылы француз ғалымдары Мишеню және Деламбр градустық өлшеулер нәтижесінде метрдің ұзындығы ретінде Париж меридианының 1:40 000 000 бөлігі қабылдаған. Осының негізінде платиналық қазық (жезл) жасалынған, ол «архивтік метр» деп аталды. Уақыт өтуімен бұл метрдің ұзындығы 0,21 мм азайған. Бірақ алдыңғы метрдің ұзындығы эталон ретінде қалдырған, себебі сол кездегі барлық аспаптарды өзгертуге мүмкіндігі болмады. Осының салдарынан ұзындықтың халықаралық эталоны ретінде температурасы 0ºС тең «архивтік метрдің» ұзындығы қабылданған.

 1875 – 1889 жылдары платинді-иридийлік қорытпадан 31 жезл (қазық) жасалынды. №11 және №28 жезлдер Ресей империясына берілді.

 1960 жылы салмақ және шамалар бойынша Генеральдық конференция (Генеральная конференция по мерам и весам) метрдің бекітілген ұзындығын дүрыс сақтау мақсатында метрдің жаңа стандартын қабылдады, ол криптон-86 изотоп атомының вакуумдағы сәулелендіру (излучения) спектрінің қызыл-сары (оранжевый) сызығы толқынның 1 650 763,73 бөлігі болып келеді. Бұл стандарт 1968 жылы ҚСРО мемелкеттік стандартпен эталон ретінде қабылданған, қазіргі кезде ҚР осы стандарт қабылданған.

 Геодезия қолданылатын өлшем бірліктері:

1 м = 10 дециметр = 100 сантиметр = 1000 мм.

1 микрометр (мкм) = 0,001 мм = 0,000001 м

1º = 60' = 3600" 1' = 60"

Ауданды м2 – өлшейді: 10 000 м2 = 1 гектар (га); 1000 000 м2 = 100 га = 1 км2

Температура 1ºС = 1ºК, 0ºС = 273ºК.

Атмосфералық қысым: сынап бағанасының мм, немесе 1 миллибар (мбар), немесе

1 гПа; 1мб = 1 гПа = 0,750 мм (сынап бағансының). Қалыпты атмосфералық қысым, солтүстік ендіктің 45º параллелінде, теңіз жағасында, ауа температурасы 0ºС кезіндегі сынап бағанасының қысымы 760 мм тең.

**3.3 Өлшеу қателіктерінің теориясы.**

 Кез келген геодезиялық өлшеулер орындаушы, өлшеу объектісі, аспап, өлшеу әдісі және сыртқы жағдай болғанда және өзара әрекеттесу салдарынан жүзеге асырылады. Сыртқы орта деп өлшеудің барлық жағдайларының жиынтығын: жергілікті жердің бедері мен грунты, өсімдік жамылғысы, температура, ауаның ылғалдылығы және тозаңдылығы, жарықтылық, жел, бұлттылық және т.б. айтады. Осы факторлардың өлшеу кезіндегі нақтылы мөлшері өлшеу жағдайдары деп аталатынды айқындайды.

 Өлшеулер тікелей және жанама болып бөлінеді. Жергілікті жерде құралдармен немесе аспаптармен өлшеуді тәкелей өлшеу болып табылады. Өлшеулердің нәтижесі анықталатын шамамен математикалық тәуелділіктегі бір немесе бірнеше шамаларды тікелеу өлшеу нәтижесінен есептеу арқылы алынған өлшеулерді жанама өлшеулер деп атайды.

 Кез келген өлшеулер жеке адамның, аспаптардың және сыртқы ортаның әсерінен туатын қателіктер салдарынан болатын қайсыбір формадығы қателіктермен қатар жүреді.

 Жеке адамның қателіктеріне өлшеу жүргізетін адамның сезім мүшелерінің жетілмегендігі және адамның ерекшеліктері себепші болады. Жеке адамның қателіктеріне, сонымен қатар санау кезіндегі нивелир рейкасының сантиметрлік шашкасын көз мөлшерімен он бөлікке бөлуде және теодолиттің дүрбісін затқа нысаналауда жіберілетін қателіктерді жатқызуға болады.

 Аспаптардың қателіктері олардың жетілмегендігінен және оларды дәл жөнге салудың мүмкінідігі болмауы салдарынан туады. Осы қателіктерге болат өлшеуіш лентаның 20 м-лік нақтылы ұзындығына сәйкес еместігін, дүрбінің коллимациялық қателігін, рейка бойынша есептеу кезіндегі деңгей үлбіреуігінің шеттерінің кескіндерін сәйкес келтіруде кететін жансақтықтардан (просчеты, промахи) туатын қателіктерді жатқызуға болады.

 Сыртқы ортаның әсер етуінен болған қателіктерге температураның әсерінен өлшеуіш лентаның ұзындығының өзгеруі, рейканың және нивелирдің желдің әсерінен шайұалуы, ылғалдылықтың әсерінен шашқалық нивелир рейкаларының метрі ұзындығының өзгеруі жатады.

 Қателіктер әсер ету сипаты мен қасиеттері жағынан өрескел (грубые), жүйелі (систематические) және кездейсоқ (случайные) болып бөлінеді.

 Өрескел қателіктерге өлшеулердің нақты бір жағдайларында, яғни бақылаушының, аспаптың өлшеу әдістерінің кемшіліктерінен және сыртқы ортаның әсерінен жіберілетін қатеден артық шамада жіберілген, әрі мұндай шамада жіберуге мүлдем болмайтын қателіктер жатады. Олар орындаушының өлшеу кезінде жіберген жансақтықтары (просчеты, промахи) мен қателіктері салдарынан пайда болады. Өрескел қателіктер, сонымен қатар қолданылатын аспаптардың кемшіліктері, сыртқы ортаның әсері және бақылаушының жеке қасиеттері нәтижесінде пайда болады. Олар таңбасы мен шамасы жағынан тұрақты немесе кейбір заңдылық бойынша өлшеулердің нәтижесіне кіруі мүмкін.

 Жүйелі қателіктердің өлшеудің нәтижелеріне тиетін әсері жұмыстардың жарамды әдістемесін қолдану, аспаптарды мұқият тексеру, тағы да өлшенген шамаларға түзету енгізу арқылы минимумге жеткізіледі.

 Кездейсоқ қателерге қолданылатын аспаптардың және сезім мүшелерінің жетілмегендігі, сондай-ақ сыртқы жағдайлардың өзгеруі салдарынан болмай қоймайтын қателіктер жатады. Осы қателіктер таңбасы мен шамасы жағынан тұрақты болмайды және оларды өлшеудің нәтижесінен шығарып тастау мүмкін емес.

 Сонымен қателіктер теориясы кездейсоқ қателіктердің пайда болуы және жиналу заңдарын зерттеумен, олардың өлшеулер нәтижелеріне тигізетін әсерін минимумға дейін жеткізумен, әрбір өлшеу үрдісінің қиыспаушылық мүмкін шегін анықтаумен айналысады.

 Қәтеліктер теориясы бірқатар практикалық міндеттерді шешеді: 1) өлшеулердің мейлінше дәл нәтижедерін алудың ережелерін қалыптастырады; 2) өлшеу нәтижелерінің және олардың функциясының дәльдігін бағалау ережелерін белгілейді, өйткені өлшеулердің алынған нәтижелерін біле отырып, бұл нәтижелерді дұрыс пайдалануға болады; 3) бақылауларды алдын ала берілген дәльдікпен ұйымдастыруды және оның бағдарламысын қамтамасыз етеді.

 Қай өлшеулерді болса да барынша аз уақыт пен қаражат жұмсай отырып, олардың қажетті дәльдігін қамтамасыз ету қажет.

 **Өлшеулердің кездейсоқ қателіктерінің қасиеттері**. *Өлшеу нәтижесінің қателігі* деп өлшеу нәтижесі мен өлшенген шаманың шың мәнінің айырымын айтады:

**σ = l – x**

мұндағы **l** – өлшеу нәтижесі; **x** – өлшенген шаманың шын мәні.

 Өлшеу процесінде кездейсоқ қателіктер болмай қоймайды және оларды жою мүмкін емес. Осы қателіктердің қасиеттерін зерттеу өлшеулер нәтижелерінің дәльдігін бағалау әдістерін талдап жасауға және өлшенілетін шаманың мүмкін болатын мәнін анықтауға мүмкіндік береді.

 Шын мәні белгілі бір шаманы бірдей дәльдікпен бірнеше рет өлшегенде, онда өлшеулердің ***n*** нәтижесін аламыз: l1, l2, l3, ..., ln. Әрбір өлшеу кезіндегі жіберілетін шын кездейсоқ қателігі δ1, δ2, δ3, ..., δn болады.

 Әр түрлі зерттеулер өте көп өлшеулер жасаған кезде алдыңғы бірқатар шын кездейсоқ қателіктердің мынадай қасиеттері болатынын көрсетіп отыр.

 *Шектелгендік*, яғни осы өлшеулер кезіндегі кездейсоқ қателіктер абсолюттік шамамсы бойынша белгілі бір шекті шамадан асып түсуі мүмкін емес.

 *Симметриялық*, яғни оң қателіктер қаншалықты жиі болса, оларға абсолюттік шамасы бойынша тең теріс қателіктер де соншалықты жиі болады.

 *Шоғырлану*, яғни абсолюттік шамасы бойынша ірі кездейсоқ қателіктер ұқсас қателіктерге қарағанда сирек кездеседі.

 *Компенсациялық*, яғни бір ғана шаманың тең дәльдікті өлшеулер санының шаксіз көбейген кезінде кездейсоқ қателіктердің арфиметикалық ортасы нөлге ұмтылады.

 **Тең дәльдікті және тең дәльдікті емес өлшеулер**. Өлшеулер нәтижелерінің дәльдігі әр түрлі болады, ол көптеген себептерге байланысты, мысалы, аспаптардың дәльдігіне, бақылаушы-маманға, өлшеу санына, өлшеу әдістеріне, сыртқы ортаның жағдайына т.с.с.

 Егер өлшеу кезінде бір дәльдікті аспаптар, бір маман, бір өлшеу әдісі, жағымды сыртқы жағдай болған жағдайда, онда біз дәльдігі мен сенімділігі жағынан тең нәтижелерді аламыз. Сондықтан бірдей жағдайда және бір ғана әдіспен орындалатын өлшеулерді *тең дәльдікті өлшеулер* деп аталады.

 Егер жоғарыдағы айтылған себептер өлшеу кезінде бірдей болмаса, онда өлшеулер *тең дәльдікті емес* деп аталады.

 **Бір шаманы тең дәльдікті өлшеуінің нәтижелерін математикалық өңдеу**. Шын мәні Х болатын шаманы тең дәльдікті ***n*** рет өлшенді, ***хi*** (i = 1, n) нәтижелер алынды, алынған нәтижелерді әдетте **өлшенген қатары** (ряд измерений) деп аталады.

 Ықтимал деп аталатын өлшенген шаманың ең сенімді мәнін анықтау керек және оның дәльдігін бағалау қажет.

 Қателіктер теориясында өлшеулердің тең дәльдікті нәтижелер қатары үшін ең ықтимал болатын мәні ретінде арифметикалық орташа алынған, яғни

 (1)

Жүйелі қателіктер болмаған жағдайда өлшеу саны шексіз өсу барысында арифметикалық орташа өлшенілетін шаманың шын мәніне ұмтылады.

 Егер, арифметикалық орташа дүрыс есптелініп және оның мәні дөңгелектеусіз алынғанда, онда өлшеу нәтижесінің қателігін мынадай формуламен анықтаймыз:

 (2)

мұнда, бір өлшеудің қателігін

 (3)

ауытқу, ықтимал қателік немесе флуктуация деп атайды.

 Егер шамасы дөңгелектеп алынғанда, онда (2) формуланың оң жағында нөль емес, ***nω*** тең шамаға пайда болады, мұнда ω – *дөңгелектеудің қателігі.*

 Топографиялық-геодезиялық тәжірибеде дәльдіктің критерийлер ретінде орташа квадраттық қателік және салыстырмалы қателік қолданылады. Салыстырмалы қателік деген, сәйкес болатын абсолюттік (шын, орташа, квадраттық) қателіктің өлшенген шаманың алынған мәніне қатынасы. Салыстырмалы қателікті алымы 1 тең бөлшек түрінде көрсетеді.

 Орташа квадраттық қателік жиі қолданылады. Егер өлшенетін шаманың шын мәні белгілі болғанда, ал жүйелі қателігі есепке алмайтын аз болғанда, онда тең дәльдікті өлшеудің жеке нәтижесінің ***m*** орташа квадраттық қателігі Гаусстың формуласымен анықталады:



мұнда Δi – шын қателігі.

 Бірақ топографиялық-геодезиялық тәжірибеде өлшенетін шаманың шын мәні белгісіз болады. Онда өлшеудің жеке нәтижесінің ***m*** орташа квадраттық қателігін анықтау үшін Бессельдің формуласын қолданады:

 (4)

мұнда бір өлшеудің ықтимал қателігін (3) формуламен анықталады.

 Арифметикалық орташаның орташа квадраттық қателігін анықтау үшін мынадай формула қолданылады:

 (5)

Демек, арифметикалық орташаның орташа квадраттық қателігі өлшеудің жеке нәтижесінің орташа квадраттық қателігінен  есе аз болып келеді.

 Өлшеудің бір нәтижесінің салыстырмалы қателіктері мынадай формуламен анықтаймыз:

  (6)

арифметикалық орташаның салыстырмалы қателіктері мынадай формуламен анықтаймыз:

 (7)

Өлшеу жүргізудің белгілі бір жағдайына қолданбалы олардың нәтижелерін бракқа шығару критерийлері (есепке алмау) көрсетілу қажет. Бұл критерий ретінде шекті қателік алынған, яғни екі еселенген, ал кейбір жағдайда аса жауапты өлшеулерде үш еселенген орташа квадраттық қателік қабылданды:

 (8)



Мысал: Сызықтың ұзындығын 6 рет өлшеу нәтижесінде №1 кестеде көрсетілген мәндер анықталған. Олардың арифметикалық орташасын табу керек және орташа арифметикалық пен өлшеудің жеке нәтижесінің дәльдігін бағалау керек.

№1 кесте

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Өлшеу реті  | Сызықтың өлшеу мәні $\overline{s\_{i},}$ м | δ = si - $\overline{s}$ , см  | δ2, см2  |
| 1 | 56, 26 | +2  | 4 |
| 2 | 56,23  | -1  | 1 |
| 3 | 56,24  | 0 | 0 |
| 4 | 56,26  | +2 | 4 |
| 5 | 56,22  | -2 | 4 |
| 6 | 56,23  | -1 | 1 |
| Σ | 337,44  | 0 | 14 |

Бірінші формула және 1 кестеде келтірілген мәліметтер бойынша, арифметикалық орташа мынадай болады

$\overline{s}$ **= 337,44/6 = 56,24 м**

Бір өлшеудің орташа квадраттық қателігі (4)формула бойынша

$m= \sqrt{\frac{14}{(6-1)}}=1.67 см$

Өлшенілетін шаманың арифметикалық орташа мәнінің орташа квадраттық қателігі (5) формула бойынша

$$M= \frac{2,8}{\sqrt{6}}=0,69 см$$

 Сызықтық өлшеулерде өлшеулердің соңғы дәльдігі салыстырмалы қателікпен сипатталады. Сондықтан (6) және (7) формулалары бойынша.

**fотн = 1,67/5624 = 1/3367 ≈ 1/3400**

**fотн = 0,69/5624 = 1/8150 ≈ 1/8000**

Бір өлшеудің шекті қателігі (8) формула бойынша мынадай болады:

**fпред = 3 х 1,67 = 5,01 см.**

бізің мысалымызда ең жоғары ауытқу δ = 2 см тең, демек, өлшеулер дүрыс жүргізілген, яғни өрескел қателік жоқ.

 Егер белгілі бір біртекті шамалар екі рет өлшенген болса, онда бұл өлшеулердің қателігін салыстырмалы қателікті өлшеп оның шекті мәнімен салыстыру арқылы бағаланады, яғни:

****  (9)

мұнда

 (10)

 (11)

Мысал: Жергілікті жердегі белгілі бір сызық үшін өлшеу нәтижесінде оның ұзындығының екі мәні алынды:

s1 = 172,68 м және

 s2 = 172,62 м

сонымен мен бірге салыстырмалы шекті қателік мынадай: fотн.доп = 1/2000

Бұл жағдайда:

fабс = 172,68 м - 172,62 м = 0,06 м

$\overline{s}$ = (172,68 м + 172,62 м)/2 = 172,65 м

fотн = 1/(172,65 м : 0,06 м) = 1/2880 < 1/2000

 Яғни есептелінген салыстырмалы қателік шекті шамадан аз, демек, сызықтың ұзындықтары дүрыс өлшенген.

* 1. *Топографиялық түсірістің масштабын және жер бедері қимасы биіктігін таңдау.*
	2. **Түсіріс түрлері және олардың жіктелуі.**

*Жергілікті жердің карта мен планын жасау үшін орындалатын геодезиялық өлшеулер үрдістері түсіру деп аталады.*

Түсіріс барысында негізгі әрекеттер мынадай геодезиялық өлшеулер болып келеді:

* сызықтық, оның нәтижесінде жергілікті жердегі нүктелер арасындағы ара қашықтықтар анықталады;
* бұрыштық, берілген нүктелерге бағыттардың арасындағы горизонтальдық және вертикальдық бұрыштарды анықтауға мүмкіндік береді;
* биіктік, немесе нивелирлеу, оның нәтижесінде жергілікті жердегі нүктелер арасындағы салыстырмалы биіктікті анықтауға болады.

Егер түсіріс контурлар мен объектілерді өзара пландағы орны, яғни жергілікті жердің жай-жапсары (ситуациясын) анықтау үшін болса, онда түсіру горизонтальдық (жоспарлы) немесе контурлық деп аталады.

Егер жай-жапсарынан басқа жергілікті жердің жер бедері түсірілетін болса, онда түсірісті топографиялық деп атайды.

Қолданылатын құралдар мен әдістерге сәйкес төмендегідей түсірістерді ажыратады.

**Теодолиттік түсіріс** – жергілікті жердің жоспарлы (горизонтальдық) түсірісі, бұл түсіріс бүрыш өлшейтін аспап теодолиттің және болатты өлшеуіш-лентамен орындалады, яғни түсірісте горизонталдық бұрыштар мен ара қашықтықтар өлшенеді. Түсіріс нәтижесінде жергілікті жердің ситуациялық (жай-жапсары) планы пайда болады.

**Тахеометриялық түсіріс** тахеометр деген құралымен орындалады, түсіріс барысында жергілікті жерде горизонтальдық және вертикальдық (немесе арттыру) бұрыштар және нүктелерге дейін ара қашықтықтар анықталады. Түсіріс нәтижесінде жергілікті жердің жоспары жасалынады. Түсірістің бұл бұл түрі инженерлік тәжірибеде кеңінен қолданылады.

Мензулалық түсіріс, мензуланың көмегімен орындалады, мензула горизонтальдық үстел және кипрегельден тұрады, кипрегель арнайы бұрыш сызатын аспап болып табылады, оның құрамында вертикальдық шеңбер және қашықтық-өлшеуіш бар. Бұл түсіріс барысында жергілікті жердің жоспарын дала жағдайында орындайды.

**Жер үсті стереофототүсіріс**, бұл түсіріс үшін арнайы фототеодолитпен орындалады. Стереожұбын алу үшін фотографиялау жергілікті жерде бөлінген фотографиялау базисі деп аталатын белгілі бір базистен жүргізіледі.

**Аэро- және ғарыштық ф**ототүсіріс ұшақтар мен серіктерде орнатылған аранйы аппараттармен түсіріледі.

Бүгінгі таңда жерге орналастыру және жер кадастрының геодезиялық зерттеу мәселелерін тиімді шешуде жаһандық позициялау жүйесі (GPS) маңызды роль атқаратын болды.

**Нивелирлеу** жер беті нүктелерінің биіктіктерін анықтайды. Нивелирлеудің геометриялық, тригонометриялық, барометрлік тағы басқада түрлері болады.

**Көз мөлшерімен түсіріс –** жергілікті жердің нысаналау сызғыштың көмегімен компасы бар планшетте орындалатын контурлық түсіріс.

* 1. **Жоспарлы және биіктікті геодезиялық желілері туралы жалпы түсінік.**

**Жалпы түсініктер.** Кез келген геодезиялық өлшеулер өлшеу қателіктерімен қатар жүреді. Геодезиялық жұмыстарды дұрыс ұйымдастыру үшін түсіру жүргізер алдын өлшеу дәльдігін анықтайды, содан соң оны ескере отырып жұмысты жүргізу әдістері мен тиісті құралдар таңдап алынады.

Бастапқы нүктесінен алыстаған сайын қателіктер көбейеді, сондықтан түсіріс тіреу пунктерге негізделуі қажет.

**Тіреу пункті** деп жеткілікті дәльдікпен геодезиялық өлшеулердің негізінде координаттары (*х, у және Н*) мен абсолюттік биіктігі (Балтық теңізінің деңгейінен) анықталған жергілікті жердің бекітілген нүктесін түсінеді. Осы пункттердің жиынтығы тірек жүйесін құрайды.

Геодезиялық жұмыстарды ғылыми ұйымдастыру міндетті түрде мынадай негізгі принциптерді сақтауды қажет етеді:

* «Жалпыдан жекеге қарай» даму принципі, бұл геодезиялық тірек жүйелерінің дамуының ең маңызды принципі болып саналады, осының негізінде түсірулер орындалады және де жергілікті жердегі инженерлік есептер шешіледі;
* Өлшеу және есептеу процестерінің барлық кезеңін міндетті түрде бақылау;
* Бұрыңғы жасалған өлшеулер мен есептеулерді тексермей далалық жұмыстардың немесе ғылыми өңдеу жұмыстарының келесі кезеңдеріне кірісуге болмайды.

Тіреу геодезиялық желілері түсіріс жұмыстарын дүрыс ұйымдастыру үшін аса маңызы бар. Тірек пункттерінің орындары астрономиялық немесе геодезиялық тәсілдермен анықталады. Астрономиялық тәсіл әрбір пункттің географиялық координаталарын (ендігі φ мен бойлығы λ) аспан шырақтарын бақылау арқылы анықтаудан тұрады.

Геодезиялық жүйелер жалпыдан жекеге қарай көшу принципімен: жоғары жүйеден, яғни І кластан төменге қарай неғұрлым дәл құрылғаннан неғұрлым ұсақтау және дәльдігі кемдеу класқа қарай құрылады. І класты жүйе мейлінше жоғары дәльдікке ие болады және ол төменгі кластарға геодезиялық жүйелердің дамуы және олардың пункттерінің координаталарын біртұтас жүйеде есептеу үшін негіз қызметін атқарады. Жоспарлы геодезиялық желі триангуляция, трилатерация және полигонометрия әдістерімен жасалынады.

**Триангуляция** әдісі жергілікті жерде үшбұрыштар жүйесін құрудан тұрады; оларда барлық бұрыштар және кейбір базис қабырғаларының ұзындығы өлшенеді. Үшбұрыштың басқа қабырғаларының ұзындықтары тригонометрияның белгілі формулалары бойынша есептеледі.

**Трилатерация** әдісі, триангуляция тәрізді, барлық қабырғалар ұзындықтары өлшенген үшбұрыштар жүйесі болып саналады. Үшбұрыштарды шешу арқылы горизонталь бұрыштарын, ал одан қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын анықтайды. Содан кейін пункттердің координаталарын есептеуді триангуляциядағыдай жүргізеді.

**Полигонометрия** әдісі, орманды жазық жерде триангуляция жүйесінің дамуы қиындау немесе жергілікті жағдайдың күрделілігінен экономикалық жағынан орынсыз кезде қолданылады. Осы әдіс жергілікті жерде жүрістер және полигондар жүйесін салудан тұрады, олардың барлық бұрыштары мен қабырғалары өлшенеді. Егер, бір пункттің координаталары және бір қабырғасының дирекциондық бұрышы белгілі болса, онда полигонометриялық жүрістің барлық пункттерінің координаталарын есептеп шығаруға болады.

*Топографиялық түсірісті қамтамасыздандыру үшін қолданылатын геодезиялық желісі түсіру негіз деп аталады.*

**Тірек пункттерін жергілікті жерде бекіту.** Мемлекеттік геодезиялық желісінің пункттері жергілікті жерде ұзақ мерзім бойында беріктігін сақтайтын белгілермен бекітіледі: репер жерге көміледі, ал оның үстінде геодезиялық белгісі (знак) құрылады. Ұзақ мерзімдік белгі, ұзындығы 100 см және диаметрі 10-12 см темірбетон бағана болып келеді. Оның бір басында металды пластина бекітіледі. Реперлер тереңдігі 80 см скважиналарға орналастырады, жартысына дейін бетон құйылып, оның үстінен темір бетон бағанасы қондырылады.

**1.3 Топографиялық түсірістің масштабын және жер бедері қима биіктігін таңдау.**

Түсірістің масштабы және жер бедері қимасының биіктігі топографиялық пландағы жер бедері мен ситуацияны түсіру дәльдігін және мазмұнын анықтайды.

Топографиялық түсірістің масштабы үлкеюімен және жер бедері қимасының биіктігі төмендеюімен пландар мен карталардың дәльдігі және олардағы жергілікті жердің ситуациясы мен жер бедерінің бейнелену толықтылығы жоғарлайды. Түсіріс барысындағы далалық өлшеулердің дәльдігі жоспар құрастырылатын масштабтың дәльдігіне сәйкес болу қажет. Сондықтан, проектілеу және басқа да есептеулерде жоспардан мәліметтерді дәлірек және толығырақ алу үшін, түсіріс жұмыстары дәлірек жүргізу және жоспардың масштабы ірілеу болу қажет.

Бірақ түсірістің дәльдігін және толықтығын көтеру түсіріс әдістерін күрделелендіреді және түсірілетін ауданның бірлігіне шығындар көбеюіне алып келеді. Сондықтан, жұмыстардың минималдық бағасында жергілікті жердің элементтерінің дәльдігін, нақтылығын және толықтығын қамтамасыздайтын топографиялық түсірістің масштабы мен жер бедері қима биіктігін таңдау керек.

Жоспарлы және биіктікті негізге қатысты контурлардың, жергілікті жердегі предметтердің орналасқандығында және нүктелердің биіктігінде мүмкіндігінше жіберілетін орташа немесе шекті (предельные) қателіктерді **топографиялық жоспардың (планның) немесе картаның дәльдігі деп түсінеді**.

Пландағы ситуация нүктелердің түсіріс негізінің ең жақын орналасқан нүктелерге салыстырғандағы орналасуындағы орташа қателік көрсетілгендерден аспауы тиіс:

* сұлбасы анық байқалатын контурлар мен предметтердің – 0,5 мм; таулы және орманды аудандарында – 0,7 мм;
* көпқабатты ғимараттар орналасқан территорияларда пландағы нүктелердің өзара қатысты орналасуындағы шекті қателіктер 0,4 мм-ден аспауы тиіс.

Жер бедерін түсірудің орташа қателіктері биіктік бойынша көрсетілгендерден аспауы тиіс:

* еңкіс бұрышы 2º дейін жер бедері қимасының ***h*** қабылданған биіктігінен 1/4 болуы, басқаша 1/4 ***h;***
* еңкіс бұрышы 2 - 6º аралығында, жоспардың масштабы 1:5000, 1:2000 және жоспардың масштабы 1:1000 және 1:500 болған жағдайда еңкіс бұрышы 10º дейін 1/3 ***h;***
* жоспардың масштабы 1:5000 және 1:2000 болған жағдайда жер бедерінің қимасы әр 0,5 метрден болғанда орташа қателік 1/2 ***h*** тең.

Орманды жерде бұл мүмкіндігінше (допустимый) қателіктер 1,5 есе өседі.