**8 дәріс**

**Тақырып: Жоспарлы түсірістер.**

*Дәріс жоспары:*

*8. 1 Түсіріс түрлері.*

*8.2 Геодезиялық тірек жүйелері (торы).*

*8.3 Топографиялық түсірістің масштабын және жер бедерінің биіктік қимасын таңдау*.

Дәрістің мақсаты: топографиялық түсіріс туралы жалпы түсінік беру.

**8.1 Түсіріс түрлері**.

План және карта жасау мақсатында орындалатын жұмыстардың жиынтығын ***түсіріс*** деп түсінеді. Түсірістер ***жер үсті*** және **аэроғарыштық** немесе ***дистанциялық*** деп аталатын түрлерге бөлінеді (8.1 кесте).

**Кесте 8.1 Жергілікті жерді түсіру.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Жер үсті | | | Дистанциялық | |
| Жоспарлы | Биіктікті | Биіктікті-жоспарлы | Аэротүсіріс | Ғарыштық түсіріс |
| Бұрыш өлшеу | Геометриялық | Тахеометрлік | Фотографиялық | |
| Бұрыш сызу | Барометрлік | Жартылай аспаптық | Фотографиялық емес | |
| Тригонометриялық | Мензулалық |

Дистанциялық түсіріс ұшақтан немесе ғарыштық кемелерден арнайы аппараттарымен түсіреді. Жер бетін картаға түсіру үшін фотосуреттер кең қолданылады. Масштабы 1:500 – 1:25000 топографиялық пландар мен карталарды жасаудың негізгі әдісі **аэрофототопографиялық түсіріс**. Бұл түсірістің нәтижесі жергілікті жердің ұшақтан түсірілген суреті және оның өңдеуі болып келеді. Ұсақтау масштабтағы топографиялық карталарды ірі масштабты топографиялық карталары негізінде жасалынады.

Қазіргі таңда, жер үсті әдістерімен, аумағы бойынша үлкен емес жергілікті жердің планын жасайды, себебі мұндай жағдайда аэросуреттеу тиімсіз болады. Сонымен бірге бұл әдістер инженерлік мәселелерді шешуде (ірі құрылыс жүргізуде, канал, ірі гидромелиоративтік жүйелерді салуда) қолданылады.

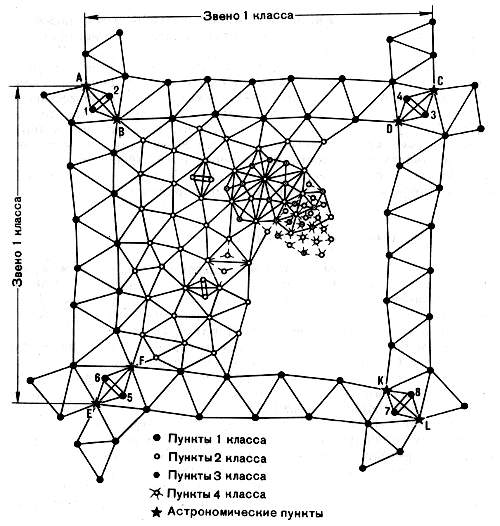
**8.2 Геодезиялық тірек жүйелері (торы).**

Жер үсті топографиялық түсіріс кешеніне жататын әр түрлі геодезиялық өлшеулер амалсыз қателіктерімен (*вынужденные погрешности*) болады. Бұл қателіктер бастапқы нүктеден қашықтығын сайын көбейеді. Қателіктерді азайту және оны аумақ бойынша тең бөлу үшін, түсірісті *геодезиялық тірек пункттері* деп аталатын түсірудің негіздеме нүктелерінен бастайды. Геодезиялық пункттердің жоспарлы орны бірыңғай координаттық жүйесінде, ал биіктік орны – бірыңғай биіктіктер жүйесінде анықталады. Аумақ бойынша бір қалыпты орналасқан геодезиялық пункттер жүйесі *геодезиялық тірек жүйесін қалыптастырады*.

Геодезиялық торды жасауда алдымен географиялық орналасқан жері жоғары дәльдікпен анықталған геодезиялық пункттердің сирек торы құрастырылады, сонан соң бұл тор дәльдігі төмендеу пункттердің құрастыруымен жиіленеді. Геодезиялық тірек желісі (торы) Мемлекеттік геодезиялық желісін, жиілендіру желісін және түсіріс желісін яғни түсіріс негізін (тірегін) қамтиды.

Жоспарлы мемлекеттік геодезиялық желісі (торы) ***триангуляция***, ***полигонометрия*** және ***трилатерация*** әдістерімен құрылады. Құру кезектілігіне, бұрыштар мен ара қашықтықтардың өлшеу дәльдігіне және өлшенетін сызықтардың қашықтығына тәуелді геодезиялық желісі 4 класқа бөлінеді.

*Триангуляция* барысында аумақ бойынша үшбұрыштар қатарын жүргізеді (прокладывают), олардың жергілікті жерде бекітіліген шыңдары геодезиялық желісінің нүктелері болып табылады. Бірінші класс триангуляцияның үшбұрыштар қатарлары мүмкіндігі бойынша меридиандар мен параллельдер бойынша жүргізеді. Шығатын жақтың (немесе қабырғасының) ұзындығын және үшбұрыштың барлық бұрыштарын анықтап оның қалған қабырғаларының ұзындықтарын есептеп шығарады (сурет 8.1). Кейін, бірінші үшбұрыштың бір қабырғасының (мысалы, АВ) есептелген ұзындығын пайдалана отырып екінші жанасып тұрған үшбұрыштың бұрыштарын өлшеп, осы үшбұрыштың қалған қабырғаларының ұзындықтарын есептеп алады, сөйтіп әрі қарай жалғастырады.



*Сурет 8.1 Мемлекеттік триангуляция полигонының схемасы.*

*AB, CD, EF, KL – шығатын жағы (немесе қабырғасы)*

*1 – 2, 3 – 4, 5 – 6, 7 – 8 – базистері.*

Бастапқы нүктелердің біреуінің координаталарын және бір қабырғасының бағытын біле отырып, қалған нүктелердің координаталарын тригонометриялық жолымен есептейді. Сондықтан триангуляция нүктелерін тригонометриялық пункттер (тригапункт) деп атайды. Оларды топографиялық картада, ортасында нүкте орналасқан кішкене үш бұрышпен бейнелейді, оның жанында нүктенің абсолюттік биіктігі көрсетіледі. Бірінші класс триангуляциясында шығып тұратын қабырғасының пункттерінің ендігі мен бойлығын және оның астрономиялық бағытын анықтайды, астрономиялық пункттерді (Лаплас пункттері) картада жұлдызшамен көрсетеді.

Екінші класты үшбұрыштары (8.1 суретте шеңбермен көрсетілген), бірінші класты полигонын бүкіл ауданын толтыратын және І класты пункттерімен сенімді байланыстағы үшбұрыштардың жаппай жүйелі түрінде дамиды. Ол үшбұрыштар қабырғаларының ұзындығы 7 – 20 км аралығында болады.

Үшінші және төртінші класты триангуляциялар мемлекеттік геодезиялық желілерін (Т. Қалыбеков бойынша - жүйелердің) одан арғы жиілендіруі болып табылады және ірі масштабтағы топографиялық түсірулерді негіздеу үшін қызмет атқарады (8.1 сурет).

Мемлекеттік геодезиялық желісі геодезиялық жұмыстардың ұйымдастыру анықтылығын және өлшеудің жоғары дәльдігін қамтамасыздандыратын схема бойынша жасалынады (8.2 кесте).

*Кесте 8.2. Мемлекеттік триангуляция желісінің көрсеткіштері*

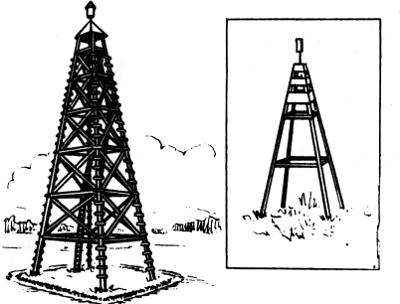
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Негізгі көрсеткіштері | Триангуляция кластары | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Триангуляция үзбелерінің ұзындығы | < 200 км |  |  |  |
| Полигондардың периметрі | 800 – 1000 км |  |  |  |
| Триангуляция қабырғасының ұзындығы | >20 км | 7 – 20 км | 5 – 8 км | 2 – 5 км |
| Базистік қабырғаларының орташа квадраттық қателігі | 1:400 000 | 1:300 000 | 1:200 000 | 1:200 000 |
| Триангуляция пункттерінде бұрыштарды өлшеудің қателіктері | ±0,7" | ±1,0" | ±1,5" | ±2,0" |

Трилатерация әдістері. Үшінші және төртінші класты мемлекеттік геодезиялық желілер трилатерация әдістерімен де құрылады. Трилатерация әдісі триангуляцияға ұқсас болып келеді, бірақ үшбұрыштарда қашықтық өлшеуіштермен (*радио- немесе жарық қашықтық өлшеуіштер*), 1:400 000 аспайтын қателігімен үшбұрыштың барлық қабырғаларының ұзындықтарын өлшейді, кейін үшбұрыштың шыңдарын есептеп шығарады.

Полигонометрия әдісі. Бұл әдісте жергілікте жерде жүрістер және полигондар жүйесін салудан тұрады, олардың барлық бұрыштары мен қабырғалары өлшенеді. Бастапқы нүктенің координаттары және бірінші бағыттың дирекциондық бұрышы бойынша екінші нүктенің, сонымен әрі қарай келесі нүктелердің координаталарын есептеп шығарады. Әдетте бұл әдісті жабық (орманды, құрылыс көп) жергілікті жерде қолданылады.

Жердің жасанды серіктерінен бақылау алыс орналасқан геодезиялық пункттердің координаталарын бірыңғай геодезиялық жүйеге келтіру үшін пайдаланады. Ол үшін ғарыштық триангуляция әдіс қызмет көрсетеді, бұл әдісте жасанды серікті координаталары белгілі және белгісіз станциялардан бақылайды. Координаталары белгілі станциядан серіктің кеңістіктегі орнын бақылау кезінде анықтайды, яғни серіктің координаталары анықталады, ал координаталары белгісіз станциядан координаталары белгілі серікті бақылау барысында станцияның координаталары анықталады. Бүгінгі таңда GPS және ГЛОНАСС жүйелерінің жұмыс істеу принципы осындай.

Жоспарлы геодезиялық пункттерді жергілікті жерде белгілеу және бекіту үшін *геодезиялық белгілер* деп аталатын жер асты және жер үсті құрылыстар қызмет атқарады. Триангуляция және полигонометрия пункттерінде геодезиялық белгінің жер үсті бөлігі геодезиялық құралды орнату үшін штатив болып келеді және құралды нысаналау объекті қызметін атқарады, сонымен бірге маңызды қашыққа алыстаған көршілес белгілерді тікелей көз көрерлігін қамтамасыздандырады. Көршілес геодезиялық белгілер бір-бірін көрерлік жағдайда болғанда онда ол нүктелерде бетонды бағана немесе биіктігі 6 – 8 метр болатын қарапайым пирамидалар (ағашты немесе металды) орнатылады. Қажетті жағдайда қос пирамидалар және геодезиялық сигналдар құрылады (сурет 8.2).



*Сурет 8.2 Геодезиялық сигнал және қарапайым пирамида*.

Жоспарлы желісінің белгісінің жер асты бөлігі бетонды монолит тұрады, оның беткі қыры геодезиялық пункт болып табылады.

Биіктік геодезиялық желісі немесе мемлекеттік нивелирлеу желісі жоғары дәльдікті құралдардың көмегімен геометриялық нивелирлеу әдісімен құрылады. Дәльдігі бойынша мемлекеттік нивелирлеу 4 класқа бөлінеді, ең жоғарғы дәльдік 1 класты нивелирлеу болып келеді. Геометриялық нивелирлеуді Кронштадттық футштоктың ноль көрсеткішінен бастайды. Мемлекеттік нивелирлеу жұмыстары кеңес үкіметі кезінде басталған, сондықтан Қазақстанның мемлекеттік нивелирлеу желісі ТМД елдерімен бірге болады. Бірінші класты нивелирлеу ерекше алдын ала жоспарланған трассалар бойынша, негізінен теңіздік су өлшеу бекеттерін тағы өте алыс орналасқан пункттерді байланыстыру, сонымен бірге, теңіздер деңгейлерінің арасындағы айырмашылықты, құрлық бетінің ғасырлық тербелуінің көрсеткіштерін т.с.с. анықтау үшін жасалынған.

Бірінші және екінші класты нивелирлеу сызықтары теңіз және мұхит, ірі өзендер мен көлдердің жағалаулары, ірі тас және темір жолдар бойынша жүргізіледі. Үшінші класты нивелирлеу сызықтары екінші класты нивелирлеу полигондарының ішінде жүргізіледі, ал кейінгілер төртінші класты нивелирлеу сызықтарымен жиілендіріледі. Нивелирлеу желісінің кейбір көрсеткіштері 8.3 кестеде келтірілген.

Кесте 8№3 Мемлекеттік нивелирлеу желісінің көрсеткіштері

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Негізгі көрсеткіштері | Нивелирлеу кластары | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Нивелирлеу полигондардың көлемі (тұйықталған полигондардың периметрі) | Жеке сызықтар немесе полигондардың көлемі көрсетілмеген | 500 – 600 км | 150 – 200 км | 3 класты полигонның шегінде |
| 1 км жүрісте нивелирлеу қателігі | Кездейсоқ қателік > ± 0,5 мм  Жүйелі қателік > ± 0,03 мм | Орташа кездейсоқ қателігі > 1 мм  Жүйелі қателік > 0,2 мм |  |  |
| Полигодардың немесе тұйықталған жүрістердің шекті қиыспаушылығы | **–** | 5 мм км \* | 10 мм км | 1. мм км |

*\*- L – жүрістің ұзындығы*.

Нивелирлеу пункттері жергілікті жерде *репер* және *марка* деп аталатын ерекше белгілерімен бекітіледі. Реперлер мен маркалар әрбір 3 – 5 км сайын грунтта, кейбір тастан жасалынған ғимарттардың қабырғаларында орналастырады. Бірінші – үшінші кластағы нивелировка сызықтарында әр

50 – 80 км сайын фундаментальдық репер орнатады (ол жерге көмілген темірбетоннан жасалынған пилон болып келеді).

*Геодезиялық жиілендіру желісі* мемлекеттік геодезиялық желісі негізінде дамиды, ол топографиялық түсірістің түсіру негізін жасау үшін қызмет етеді. Жоспарлы жиілендіру желісі мемлекеттік желісін жасайтын әдістерімен жасалынады, бірақ мұнда өлшеу дәльдігі төмен болады. Биіктік жиілендіру желісін қиыспаушылығы **50 мм км** аспайтын техникалық нивелирлеу пункттері құрайды.

*Түсіру желісі* топографиялық түсірістің тікелей геодезиялық негізі болып табылады. Ол түсірістің әдісіне және масштабына, жер бетінің сипатына тағы басқа да жағдайға тәуелді әртүрлі тәсілдерімен орындалады. Әдетте, түсіру негізінің нүктелері үшін жоспарлы және биіктік координаталары анықталады. Түсіру желісінің пункттері жергілікті жерде ағаш тағы басқа түрлі қазықтарымен бекітіледі. Түсіру желісі міндетті түрде мемлекеттік геодезиялық желісінің пункттеріне байланысты болу қажет.

**10.3 Топографиялық түсірістің масштабын және жер бедерінің биіктік қимасын таңдау.**

Жергілікті жердің карта мен планын жасау үшін орындалатын геодезиялық өлшеулер процестері **түсіру** деп аталады (бірінші пунктте берілген). Егер осының нәтижесінде контурлар мен объектілердің өзара пландық орны, яғни жергілікті жердің жай-жапсары анықталатын болса, онда түсіру горизонтальдық деп аталады. Егер жай-жапсарынан басқа жергілікті жердің жер бедері түсірілетін болса, онда түсіру топографиялық деп аталады. Топографиялық түсірулер 1:25000, 1:10 000, 1:5000, 1:2000, 1:1000 және 1:500 масштабтарда орындалады, бұл стандарттық карта мен пландар. Топографиялық түсірістің мақсатына қарай карта мен планның масштабы өзгертуге болады.

Топографиялық түсірісте жер бедерінің биіктік қимасын шартты түрде мынадай биіктіктер қабылданған: масштабы 1:10 000 – 2,5 м; 1:25 000 – 5 м; 1:50 000 – 10 м; 1:100 000 – 20 м. Таулы аймақ үшін қима биіктігі жазықтық аумақтың көрсеткішінен екі есе көп болады: 1:25000 – 5-10 м; 1:50000 – 10-20 м; 1:100 000 – 20-40 м. Дегенмен, арнайы топографиялық карталар және пландар үшін бұл көрсеткіштерді өзгертуге болады, яғни түсірістің мақсатына қарай түсіріс орындаушы қима биіктігін өзі таңдайды. Бірақ, жоғарыда көрсетілген биіктіктер стандарттық карталарда қолдану міндетті.

Топографиялық пландар үшін жер бедерін бейнелеуде қолданылатын қима биіктіктері 8.4 кестеде көрсетілген.

*Кесте 8.4 Жер бедерінің қима биіктігі, м*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Жер бедерінің сипаты және басым болатын еңкіс бұрыштары | План және картаның масштабы | | | |
| 1:500 – 1:1000 | 1:2000 | 1:5000 | 1:10 000 |
| Жазықтық, еңкіс бұрыштары 2º дейін | 0,5 | 0,5 (1,0)\* | 1,0 (0,5) | 1,0 (2,0) |
| Төбелі, еңкіс бұрыштары 4º дейін | 0,5 | 1,0 | 2,0 (1,0) | 2,0 (2,5) |
| Ойлы-қырлы, еңкіс бұрыштары 6º дейін | 0,5 | 2,0 (1,0) | 2,0 (5,0) | 5,0 (2,5) |
| Тау алды, таулы еңкіс бұрыштары 6º жоғары | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 5,0 |

\*- жақшада, ерекше жағдайда болатын және техникалық проектімен келісілген ықтимал (негізгі емес) қима биіктіктері келтірілген.