**Лекция № 4.**

**Тақырып: Топографиялық картаның проекциясы.**

*Лекция жоспары:*

*1. ТМД елдері топографиялық карталарының проекциясы.*

*2. Жазықтық тік бұрышты координаталардың зоналдық жүйесі.*

**1. ТМД елдері топографиялық карталарының проекциясы.**

Топографиялық карталар мен пландардың геодезиялық негізі жер *эллипоидының көлемін*, *координаталар және биіктіктер жүйесін*, *геодезиялық тіреу желісін* қамтиды. Топографиялық-геодезиялық жұмыстарда ТМД елдері территориясы үшін Крассовскийдің эллипсоиды қабылданған. Координатлар Гринвич меридианынан (*центр круглого зала главного здания Пулковской обсерватории*) басталады. Абсолюттік биіктік Кронштадт футштогінен басталады.

Картографиялық проекцияны таңдаудың басты мәселесі жер бетін жазықтыққа проектілеу есебінен бұрмалану байқалмайтын минимумға жеткізу, яғни карта бойынша өлшеудің дәльдігіне әсер етпейтін жағдайға жеткізу.

Масштабы 1:1 млн топографиялық карта *көпқырлы* *ретінде қолданылатын поликонустық өзгертілген (видоизмененной) проекциясында жасалынады.* Бұл проекцияны қолданғанда жер эллипсоидының түгелдей беті, меридиандармен және параллельдермен көлемі бойлық бойынша 6° және ендік бойынша 4° болып келетін сфералық трапецияларға бөлінеді. Кейін әр бір трапеция жазықтыққа проектілінеді. Мұнда шеткі меридиандар тік сызық түрінде көрсетіледі, ал трапециялар көп қырлының (многогранник) қырлары түріне айналады. Карта парағының масштабы орта меридианынан 2°-қа қашықтаған меридиандар бойынша және шеткі параллельдер бойынша тұрақты болып сақталады. ТМД елдері территориясы үшін орта меридиан картаның масштабынадғы дәл ұзындығынан 0,19 мм аспайтын шамаға қысқа болып келеді, ұзындықтардың максималдық бұрмалануы 0,1 %, аудандардың – 0,14 %, бұрыштардың бұрмалануы – 5' аспайды. Мұндай көрсеткіштер карта парағының барлық бөліктерінде тұрақты деп есептеуге мүмкіндік береді.

Масштабы 1:1 млн картаның проекциясы, оның масштабы, жеке беттерінің көлесі, белгілеу жүйесі, мазмұны тағы басқа да элементтері 1909 жылы Лондонда өткен географиялық конгресте және кейінгі халықаралық келісімдірмен бекітілген.

Масштабы 1:500 000 және одан да ірі масштабты карталар жасау үшін Гаусс-Крюгердің тең бұрышты көлденең цилиндрлік проекциясы қолданылады. (*К.Ф. Гаусс (1777 – 1855) – немецкий ученый, разработавший общую тероию равноугольных проекций; Л. Крюгер (1857 - 1923) – немецкий ученый, расчитавший рабочие формулы равноугольной поперечной цилиндрической проекции.*)

Бұл проекцияны қолдануы картографиялық бұрмалануды максималды төмендетеді, сонымен қатар бұл территорияда жазықтық тік бұрышты координаталар жүйесін қолдануға мүмкіндік пайда болады. Топографиялық-геодезиялық жұмыстарын жүргізуде жазықтық тік бұрышты координаталар жүйесі аса қолайлы болып келеді.

Жер эллипсоидын Гаусс-Крюгердің проекциясында көрсету үшін эллипсоидты цилиндрдің ішіне енгізеді (вписывается), бір меридиан цилиндрдің бетіне жанама мердиан болады, ал экватордың жазығы цилиндрдің осімен сәйкес келеді. Эллипсоидтың нүктелерін цилиндр бетіне проектілеп болған соң цилиндр жайылады, пайда болған жарты шардың картографиялық бейнесінде жанама меридиан мен экватор тік сызықтары түрінде көрсетіледі, ал қалған меридиандар мен параллельдер қисық сызықтар.



*1 сурет. Гаусс-Крюгердің тең бұрышты көлденең цилиндрлік проекциясы*.

Картаның масштабы жанама меридиан бойынша сақталады, осы жерге жақын орналасқан учаскелердінде бұрмалану өте аз, бірақ алыстаған сайын бұрмалану өседі.

ТМД елдерінде масштабы 1:10 000 және одан да майда масштабта карталарды жасау үшін жер эллипсоидының бетін проектілеу меридиандармен шектелген зоналары бойынша жасалынады, меридиандар 6° аралықта орналасқан. Бұл проекцияда зонаның ауданы маңызды емес көбейеді, ұзындықтардың салыстырмалы бұрмалануы орта меридианнан ең алыс жерінде экватор бойында (зонаның шекарасында) 1/800 (0,00125) құрайды.

35° градус параллельден солтүстікте орналасқан елдердің территориясында сызықтық бұрмалану 1/100 (0,01) құрайды. Экватор сызығы бойынша ауданның бұрмалануы нақты көрсеткіштен 0,0027 құрайды. Мұндай бұрмаланулар топографиялық карталардың масштабында (яғни 1:200 000) графиктік сызбаларының дәльдігі шегінен аспайды. Алтыградустық зоналар масштабы 1:1 млн карталар парақтарының көлеміне сәйкес келеді.

Эллипсоид бетіндегі зоналар шекаралары географиялық координаталар жүйесінде жүргізіледі. Нөльдік (Гринвич) меридианы бірінші зонаның батыс шекарасы, ал 6° шығыс бойлық меридиан зонаның шығыс шекарасы болып табылады. Келесі зона 6 және 12° меридиандармен шектелген. Жалпы 60 зона бар, олар араб сандарымен батыстан шығысқа қарай сағат тілі жүрісіне қарсы белгіленеді (ТМД елдерінің территориясы 29 зонада, 4-шіден 30-ға дейін). Әрбір зонаның ортадағы меридианы осьтік меридиан деп аталады (2 сурет).



*2 сурет. Зоналардың есептелуі.*

Зонаны шектейтін және осьтік меридиандардың бойлықтарын анықтау үшін мына формулалар қолданылады:

1. Шығыс жарты шар үшін

**Λбат = 6° (n – 1); λорталық = 6°n – 3°; λшығ = 6°n;**

1. Батыс жарты шар үшін
2. **Λбат = 180° - 6° (n – 30 – 1); λорталық = 180° - 6° (n – 30) + 3°; λшығ = 180° - 6° (n – 30);**

мұнда **λзап –** зонаның батыс шекарасының бойлығы; **λср** – орталық мериданының бойлығы; n – зонаның нөмірі.

**2. Жазық тік бұрышты координаталардың зоналық жүйесі.**

Зонаның осьтік меридианы экватор жазығында өзара перпендикуляр сызықтармен бейнеленген. Осьтік меридианның бейнесі абсцисса Х координатасы, ал экватор – ордината У координатасы болып табылады. Осьтік меридианның экватормен қиылысқан жері әрбір зонадағы координаталардың басы болып саналады.



 *3 сурет. Тік бұрышты координаталардың зоналық жүйесі:*

*а – жер шары бетінің зоналарға бөліну схемасы; б – жазықтыққа жайылған соң зоналардың бейнелеу схемасы; в – қайта өзгертілген координаталарды анықтай схемасы.*

Қазақстанның территориясы экватордың солтүстік жағында орналасқан, сондықтан абсциссалардың мәні барлық уақытта оң болады. Бірақ ординаталардың теріс мәнінен туатын қолайсыздықтан құтылу үшін осьтік меридианның ординатасын 0-ге емес, 500 км-ге тең деп есептеу келісілген. Бұл шама осьтік меридианнан алты градустық зонаның шегіне дейінгі (шамамен 333 км) ең үлкен ара қашықтықтан артық, сондықтан ол зонаның барлық нүктелерінің ординаталары мәнінің оң болуын қамтамасыздандырады. Карта бетіндегі тік бұрышты координаталары километр немесе оның бөліктерімен көрсетіледі (сурет 4).



*4 сурет. 7 зонада орналасқан А және В нүктелердің координаталары және зонаның тік бұрышты координаталарының өсьтері.*

Әрбір зонада координаталардың сандық мәндері қайталанып отырады. Нүктелердің координаталары бойынша 60 зонаның қайсысына жататынын анықтау үшін ординаталардың сандық мәнінің алдына осы нүктенің орналасқан зонаның нөмірі қосымша жазылады, мысалы, 7-ші зонада орналасқан нүктенің координаталары ХА = 6230,200; УА = 7400,150.

Тік бұрышты координаталр бойынша нұктелерді топографиялық картаға (масштабы 1:1 млн картадан ірі масштабты топографиялық карталар үшін) түсіру және карта бойынша осы координаталарды анықтау үшін топографиялық карта бетінде Х және У осьтеріне параллель болып келетін сызықтардан пайда болған квадраттар жүйесі түрінде болатын тік бұрышты координаттық тор бар. Тордың сызықтары картада картаның масштабына сәйкес 1 немесе 2 км қашықтықта жүргізіледі, сондықтан оны километрлік сызықтары, ал тік бұрышты координаталр торын километрлік тор деп атайды.

Километрмен көрсетілген тор сызықтарының координаталары картаның ішкі және минуттық рамкалары арасында яғни горизонтальдық сызықтардың абсциссалары – қапталдағы рамкаларында, ординаталар – жоғарғы және төменгі рамкаларында жазылады. Картаның бұрыштарында тік бұрышты координаталар толық жазылады, ал алдыңғы екі санның шрифті, соңғы екі санның шрифтіне қарағанда ұсақтау болады. Өтпели сызықтарда тек кейнгі екі сан жазылады. Мысалы, 5 суретте көрсетілген картада горизонтальдық километрлік сызықтардың оңтүстіктен солтүстікке қарай мынадай: 6015, 16, 17 және 6018, ал солтүстік рамкада вертикальдық километрлік сызықтардың ординаталары көрсетілген - 7456, 57, 58 және 7459 км, олар 7-ші зонасының 456 км т.с.с. оқылады.



*5 сурет. Топографиялық карта парағының схемалық бейнесі.*

 Топографиялық карталарда ординаталардың жазылуы карта парағының номенклатурасымен келісілген, яғни зонаның нөмірі номенклатурада көрсетілген колоннаның нөмірінен 30 төмен.

 Километрлік тордың көмегімен объектілердің координаталарын тез анықтауға болады, координаталар бойынша нүктелерді картаға түсіру, картада объектілердің орналасқан жерін анықтауға болады. Картаның рамкасындағы сызықтардың сандарын оқып нүктенің тік бұрышты координаталарын тез анықтауға болады.

 Тор шаршысының ішінде орналасқан нүктенің көөрдинаталарын нүктеге жақын орналасқан тор сызықтарына қарай анықтауға болады. Мысалы, 4.6 суретте келтірілген картада В нүктесінің координаталары: ХВ = 6132 + ΔХ; УВ = 7312 + ΔУ. ΔХ және ΔУ өсімшелері циркульдің және картаның сызықтық масштабының көмегімен өлшейді, оларды километрлік сызықтардың көрсеткіштеріне қосады. Нәтижеде: ХВ = 6133,280; УВ = 7313,450.



*6 сурет. Масштабы 1:1 000 000 карта парағында (фрагмент) тік бұрышты координаталар торы сызықтарының орналасуы мен оцифровкасы және нүктелердің тік бұрышты координаталарын анықтау.*

 Приращения координат могут быть измерены с помощью координатомера – небольшого угольника с двумя перпендикулярными сторонами. По внутренним ребрам линеек нанесены шкалы, длины которых равны длине стороны координатных клеток карты данного масштаба. Горизонтальная шкала совмещается с нижней линией квадрата (в котором находится точка), а вертикальная шкала должна проходить через данную точку. По шкалам определяют расстояния от точки до километровых линий.

 Для быстрого указания местоположения объекта на данном листе карты используют сокращенные координаты юго-западного угла соответствующего квадрата километровой сетки. От обозначений обеих километровых линий берут последние две цифры, напечатанные крупным шрифтом, и записывают их так, чтобы две первые цифры относились к южной стороне, а две последние – к западной стороне квадрата. На рисунке 6 точка В находится в квадрате 3212, а на рисунке 5 д. Выселки – в квадрате 1656.