12-Д. Сфероидтық геодезиядағы координаттар жүйесі.

Сферодтік геодезияда геодезиялық координаттар жүйесімен қатар жазықтық координаттар жүйесі оқытылады, оны анықтау үшін жазықтықтағы эллипсоид бетінің картографиялық көрінісін қолданады.

ТМД елдерінің және Қазақгеодезиялық жұмыстарында зоналық, теңбұрышты, көлденең-цилиндрлік Гаусс-Крюгер проекциясы қолданылады. Оны 1825-1830жж Гаусс ойлап тапқан және ол тәжірибеде 1912 ж Крюгер жұмыс формулаларын шығарғаннан кейін қолданылды.

Гаусс–Крюгер проекциясының негізгілері:

- проекция тең бұрышты, оның бұрыштық теңдігі сақталады, яғни фигураны құрайтын шексіз кішкентай бөліктерінің пішіні және т.б. сақталады;
- берілген әр нүктенің сызықтық қисаюы барлық бағыттарға бірдей, яғни көріністің масштабы азимут сызығына тәуелді емес, берілген нүктенің координатына байланысты;
- осьтік меридиан және экватор жазықтықта түзу сызықтармен беріледі;
- көрініс масштабы осьтік меридианың бойында 1-ге тең, яғни осьтік меридианның кескіндерінің өз өлшемдері қисаюсыз түседі. Осьтік меридианнан қашықтаған сайын қисаюы ұлғаяды.

Гаусс-Крюгер проекциясында жер эллипсоиды сфералық екі бұрыштарға бөлінеді, олар ***зона*** деп аталады. Жасалынатын карта немесе планның масштабына байланысты келесі зоналар қолданылады:

- алты грудусты зона (М 1:100 000 және одан кіші);
- үш грудусты зона (М 1:1000 –1:5000);
- бір жарым градусты зона (М 1:500 одан үлкен);
- жергілікті зона, инженерлік геодезиялық тораптарды өңдеу үшін.

Жазықтықтағы әр зонаның көрінісі бірдей, ол жазықтық координаттарының бірдей екендігін анықтайды және әр зонада, зонадан зонаға ауысқанда бір формуланы қолдануын қамтамасыз етеді.

Тік бұрышты координаттар ***x, y*** зона аймағында экватор және осьтік меридианға қатысты есептеледі. Олар түзу сызықтармен беріледі.

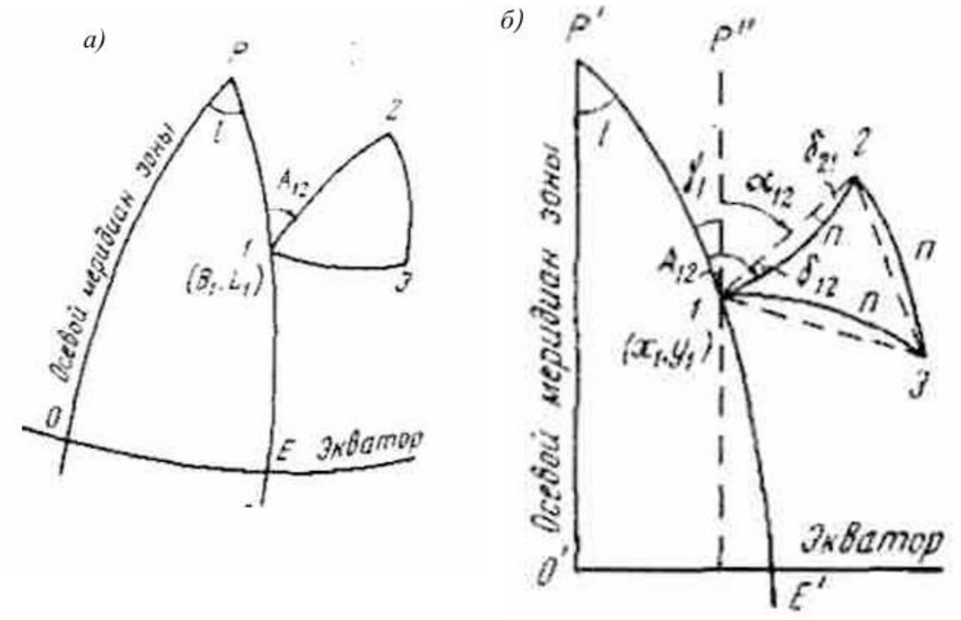
Осьтік меридиан х осі деп алынады , у экватор сызығымен қабаттасады.

ҚР және ТМД-да абсциссалар оң болады; ордината шығысқа қарай оң, ал батысқа қарай осьтік меридианда теріс болады. Ординатаның теріс мәндері болмау үшін, осьтік меридиан нүктелеріне шартты түрде у=500 000 м деген мән беріледі, алдында қатысты зонаның номірі жазылады.

Алты градусты зонаның осьтік меридианы карта парақтарының 1:1 000 000 масштабты центрлік меридиандарына сәйкестеледі.

Эллипсоидтан жазықтыққа көшудің жалпы тәртібі триангуляция үшбұрышының редуцирлеу мысалында қарастырылады.

Жер эллипсоидының бетіндегі барлық сызықтары, осьтік меридиан мен экватордан басқа қисық сызықтармен беріледі. Эллипсиодта түсірілген 1,2,3 төбелері бар үшбұрыш қабырғалары жазықтықта қисықтармен беріледі (1 сурет).



1-сурет. Үшбұрышты триангуляцияның берілуі: а) эллипсоид бетінде; б) жазықтықта.

Келесідей белгілейік: ОР- зонаның осьтік меридиандары, L_0- бойлығы; Е1Р - 1 нүктесінің геодезиялық меридианы, геодезиялық координаттары B_1, L_1 бар, $l = L_l - L_0$ – 1 нүктесінің бойлығы осьтік меридианына қатысты; A_{12} - 1-2 бағытының геодезиялық азимуты.

Дәл осы сызықтардың және үшбұрыштың конформды бейнесі суретте берілген.

О'Р'- зонаның осьтік меридианы; Р'1Е' - 1 нүктесінің геодезиялық меридианы, жазықтық тікбұрышты координаттары - x_1, y_1; α_{12} - s_{12} -хорданың дирекциондық бұрышы, үшбұрыштың арасын 1 және 2 нүктелер жалғастырады; Р"1 - сызық, 1 нүктесі арқылы өтетін осьтік меридианға параллель; γ_1 - 1 нүктесіндегі меридиандардың Гаусстық жақындасуы. Жазықтықта сфероидтық үшбұрыш қисық сызықты үшбұрыш болып, доғаланып салынады. Бұл үшбұрышты есептеу үшін, оны тік сызықты үшбұрышқа айналдырады, доғалардың шеттерін хордамен жалғастырады. Ол үшін әр бағытқа δ_{ik} - түзету енгізіледі. Одан басқа тағы формулалар қолдану арқылы қажетті *x,y* 1 бастапқы пункті, жазықтық координаттары B_1L_1 бойынша есептейді.

Үшбұрыштың басқа биіктіктерін, у, х координаттарын есептеу үшін α_{ik} - дирекциондық бұрышын және s_{ik} қабырғалар ұзындығын жазықтықта анықтау керек. Дирекциондық бұрыштың α_{12} бастапқы қабырғасың есептеу үшін γ_1 және δ_{12} меридиандардың Гаусстық жақындасуын білу керек. Дирекциондық бұрышты келесі формуламен шығару керек:

$$\alpha_{ik} = A_{ik} - \gamma_i + \delta_{ik} . \qquad (79)$$

Гаусс-Крюгер проекциясындағы триангуляцияны өңдеу тәртібі:

1) B_1L_1 геодезиялық координаттар арқылы бастапқы пункттің жазықтық тікбұрышты координаттарын шешу.

2) бастапқы қабырғаның дирекциондық бұрышы келесідей анықталады.

$$\alpha_{ik} = A_{ik} - \gamma_i . \qquad (80)$$

3) бастапқы қабырғасы және өлшенген бұрыш арқылы үшбұрыштың есебін шығарады, сонымен бірге үшбұрыштың төбелерінің жақындатылған координаттарын есептейді немесе графикалық түрде 0,1км дәлдікпен анықтайды;

4) түзетулердің Δs бастапқы қабырғаларына жақындатылған мәндерін және δ_{ik} - әр өлшенген бағытта келесі формуламен есептейді

$$\Delta s = 0.123\, y^2{}_m S;$$

$$\delta_{ik} = 0{,}00253\, y_m \Delta x , \qquad (81)$$

мұндағы $y_m = (y_i + y_k)/2$; $\Delta x = x_k - x_i$;

5) формула бойынша қайтадан дирекциондық бұрышты есептеп және пункттердің координаттарын анықтайды, осыдан кейін берілген қабырғалар ұзындығының түзетуін және өлшенген бағыттарды қорытындылап есептейді.

Гаусс-Крюгер проекциясындағы негізгі формулалар эллипсоидтың B,L геодезиялық координаттарын және *x, y* координаттарының тік бұрышты проекция жазықтығының арасындағы арақатынасты орнатады.

Есептеу f_1 және f_2 функцияларын (82) теңдіктен анықтағанда қорытындыланады:

$$x = f_1(B, L)$$

$$y = f_2(B, L) \qquad (82)$$

Берілген Гаусс-Крюгер проекциясының шарты бойынша:

1) *x* осі болып қабылданатын остік меридиан жазықтықта түзу сызық болып бейнеленеді, сондықтан $l = 0$ және $y = 0$ тең;

2) осьтік меридиандағы барлық нүктелер үшін x абсциссасын экватордан берілген ендік нүктесіне дейінгі *x* меридиан доғасына тең, сондықтан

$$x = f_1(l = 0) = X . \qquad (83)$$

B, L геодезиялық координаттардан *x, y* тікбұрышты координаттарға көшу үшін f_1 функция түрін орнату керек және осы немесе басқа есептеу әдістерді қолдана отырып айналдыруға болады. Гаусс-Крюгер проекция жазықтығындағы эллипсоидтағы нүктелердің бейнесін анықтайтын заңның негізгі теңдеулері мына түрде болады:

$$\left.\begin{aligned} x &= X - \frac{l^2}{2}\frac{d^2X}{dq^2} + \frac{l^4}{24}\frac{d^4X}{dq^4} - \frac{l^6}{720}\frac{d^6X}{dq^6} \ldots ; \\ y &= l\frac{dx}{dq} - \frac{l^3}{6}\frac{d^3X}{dq^3} + \frac{l^5}{120}\frac{d^5X}{dq^5} \ldots \end{aligned}\right\} \qquad (84)$$